

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELEND TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN

SAMENHANGENDE MET DE PRODUKTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

VOLLEDIG GEMECHANISEERDE MONTAGE VAN ONDERDELEN OP PANELEN MET GEDRUKTE BEDRADING

door R. van BEEK *) en A. J. HALBMEYER *).

621.397.62.049.75.002.72

De laatste jaren is men voor elektronische apparaten meer en meer gebruik gaan maken van isolerende platen met gedrukte bedrading, zg. panelen. Het monteren (inzetten en bevestigen) van de onderdelen op deze panelen gebeurde aanvankelijk grotendeels met de hand. Het is mogelijk gebleken het monteren van vele onderdelen geheel te mechaniseren. Bij Philips in Eindhoven is sinds enige tijd een machine in werking die onderdelen monteert op panelen voor televisietoestellen.

I. ALGEMENE BESCHOUWINGEN OVER HET MECHANISCH MONTEREN

Inleiding

De techniek van de gedrukte bedrading werkt met platen van isolatiemateriaal waarop aan één kant uit een dunne laag koper het gewenste patroon van geleidende verbindingen is gevormd. Op de andere kant van deze zg. panelen worden de onderdelen (weerstanden, condensatoren, spoelen, buishouders enz.) in de gaatjes gestoken waarvan het paneel is voorzien, en door dompelsolderen brengt men ze in goed elektrisch contact met de gedrukte bedrading. De manier waarop een en ander gebeurde bij de eerste Philips radiotoestellen die van gedrukte bedrading waren voorzien, is al eens onderwerp van een artikel in dit tijdschrift geweest ¹⁾.

Het monteren van de onderdelen, hoewel toen al enigszins gemechaniseerd, gebeurde in hoofdzaak nog met de hand. De montage op een vlak paneel leent zich echter bijzonder goed voor mechanisatie; immers, ieder deel van het platte vlak is voor monteergereedschap gemakkelijk bereikbaar.

In de Philipsfabrieken te Eindhoven gebeurt het monteren van onderdelen op panelen voor televisietoestellen tegenwoordig geheel automatisch, op een manier die wij in dit artikel zullen uiteenzetten.

De montagehandeling op zichzelf is eenvoudig: ze kan bestaan in het nemen van een onderdeel uit een magazijn, het buigen van de aansluitdraden in de juiste vorm, het insteken ervan in bepaalde gaatjes in het paneel en het afknippen en ombuigen van de draden onder het paneel. De tijd die hiervoor nodig is, varieert van ca. $\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$ seconde. In sommige gevallen kan de handeling nog eenvoudiger zijn, namelijk als het onderdeel aansluitpennen heeft die in een bepaald patroon van gaatjes passen; het in de juiste vorm buigen en het afknippen vervallen dan.

Voordat tot de montagehandeling kan worden overgegaan, moet het paneel in de juiste stand ten opzichte van het monteergereedschap worden gebracht, en na het monteren van het onderdeel moet het samenstel „paneel met onderdeel” worden afgevoerd. Ook deze verrichtingen duren samen slechts een korte tijd, van dezelfde orde van grootte als de bovengenoemde tijd.

*) Philips' Hoofdindustrialgroep Radio-, grammofoon- en televisie-apparaten, Eindhoven.

¹⁾ R. van Beek en W. W. Boelens, Gedrukte bedrading in radiotoestellen, Philips techn. T. 20, 71-79, 1958.

Twee methodes van gemechaniseerd monteren

Zolang de panelen nog geheel vrij van onderdelen zijn, kunnen ze eenvoudig op elkaar worden gestapeld en is de toevoer ervan naar de plaats van montage gemakkelijk te mechaniseren. Zodra echter het eerste onderdeel op het paneel is bevestigd, verandert de situatie volkomen: het tevoren eenvoudige paneel is nu een kwetsbaar en moeilijk stapelbaar samenstel geworden, dat voorzichtige hantering eist, wil men beschadiging voorkomen. Om deze reden is het aan te bevelen om, als men eenmaal met het monteren van onderdelen op het paneel is begonnen, hiermee door te gaan tot alle onderdelen die voor mechanische montage in aanmerking komen, erop bevestigd zijn, en het vormen van tussenvoorraden van gedeeltelijk gemonteerde panelen te voorkomen. Dit kan men op twee manieren bereiken:

- 1) Nadat het eerste monteergereedschap het eerste onderdeel heeft aangebracht, wordt het paneel onmiddellijk naar een tweede monteergereedschap geleid, dat het tweede onderdeel bevestigt, vervolgens gaat het naar een derde gereedschap, enz., tot alle onderdelen zich op hun plaats bevinden.
- 2) Nadat het monteergereedschap het eerste onderdeel heeft aangebracht, brengt hetzelfde gereedschap ook de volgende onderdelen op hun plaats. Men moet daartoe het paneel telkens zodanig verschuiven en/of draaien dat ieder onderdeel op de juiste plaats terechtkomt.

De tweede werkwijze heeft ten opzichte van de eerste de volgende nadelen:

- a) Voor elke montagehandeling moet het paneel in de juiste stand worden gebracht. Dit bete-

kent het instellen naar drie gegevens: twee voor de plaats en één voor de richting.

- b) Ofwel de ontwerper moet zich in zijn keus beperken tot onderdelen van één bepaalde afmeting, ofwel het monteergereedschap moet telkens worden versteld (passend gemaakt voor onderdelen van verschillende afmetingen).

Volgt men de onder (1) genoemde werkwijze, dan behoeven voor een grote serie montagehandelingen het genoemde instellen en verstellen slechts één maal te gebeuren. Men kan dan met een veel eenvoudiger installatie volstaan dan bij werkwijze (2).

Het transport langs de monteergereedschappen kan geschieden hetzij door een transportband of -ketting, hetzij door een draaitafel waaromheen de gereedschappen zijn opgesteld. In het eerste geval ontstaat een montagestraat, in het tweede een montagemolen of -carrousel. De door ons gekozen vorm is die van de montagestraat. Deze kan, in tegenstelling met de carrousel, gemakkelijk worden uitgebreid — een mogelijkheid die in de praktijk van pas is gekomen.

Indeling van de te monteren onderdelen naar hun vorm

Voordat we op het volledig mechanisch monteren nader ingaan, is het nodig, enige aandacht te besteden aan de vorm van de te bevestigen onderdelen. Niet alle tegenwoordig beschikbare onderdelen zijn voor mechanisch monteren bruikbaar. Van degene die zich ertoe lenen, vindt men de hoofdvormen weergegeven in tabel I. Voor al deze hoofdvormen zijn volledig gemechaniseerde monteergereedschappen ontwikkeld, monteerkoppen

Tabel I. Hoofdvormen van de onderdelen die geschikt zijn voor mechanische montage.

Naam	Onderdeel met axiale draden	Brugdraad	Pin-up-onderdeel	Buishouder
Aanduiding	AD	BD	PU	BH
Toestand van aflevering door leverancier				
Vorbereid door monteermachine				
Gemonteerd op paneel				

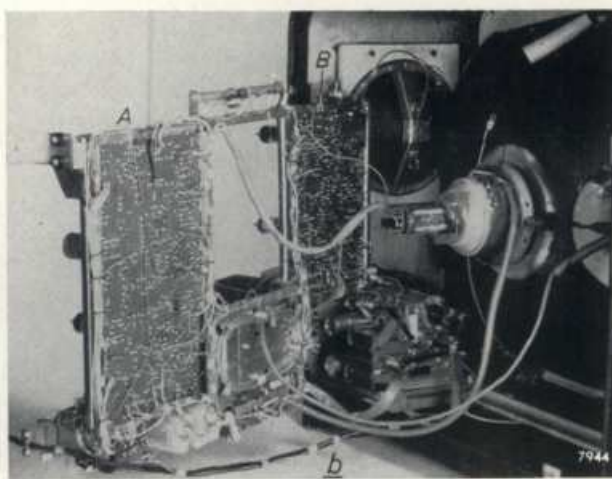
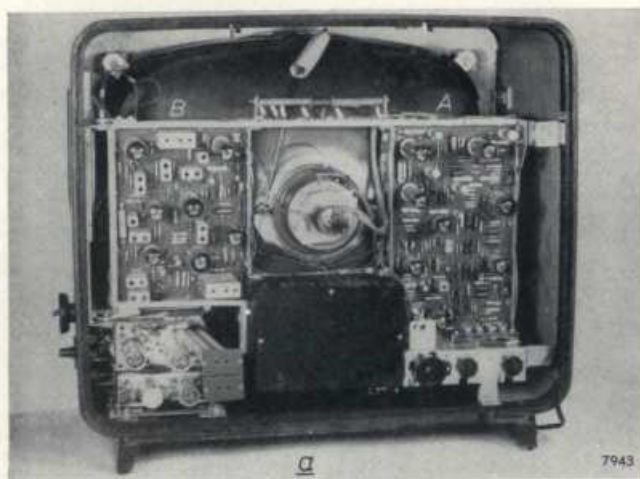


Fig. 1. Televisietoestel type 21 TX 310A. Het bevat twee panelen, A en B, waarop de meeste onderdelen geheel mechanisch zijn gemonteerd. In foto (a) ziet men de onderdelen-zijde van de panelen, in foto (b) de zijde met de gedrukte bedrading en de soldeerplaatsen.

genoemd. De constructie van deze koppen wordt behandeld in deel II; men vindt ze afgebeeld in de figuren 5, 7, 8 en 9.

Onderdelen met axiale draden (AD-onderdelen; tabel I, kolom AD), zoals weerstanden, worden gemonteerd door een zg. AD-kop. Ze worden aangevoerd in de vorm van een band met de einden van de draden geplakt op twee stroken. Brugdraden (tabel I, kolom BD) dienen om bepaalde punten van de gedrukte bedrading met elkaar te verbinden. Ze worden door een speciale BD-kop van een rol blank draad afgeknipt en gemonteerd. (Daar brugdraden beschouwd kunnen worden als een extreme vorm van AD-onderdelen, zijn wij later in bepaalde gevallen ertoe overgegaan, ze op dezelfde wijze als AD-onderdelen als een band aan te voeren en door een AD-kop te laten monteren; daarom kunnen wij in deel I van dit artikel verder de brugdraden eenvoudigheds-halve tot de AD-onderdelen rekenen.)

Een geheel afwijkende constructie van kop is nodig voor het monteren van staande, zg. pin-up-

onderdelen, zoals de in tabel I, kolom PU, afgebeelde keramische condensator. Hetzelfde geldt voor de kop die ontwikkeld is voor het monteren van buishouders (tabel I, kolom BH).

Verdeling van de onderdelen over de panelen

Ter illustratie van hetgeen volgt, kiezen we als voorbeeld een bepaald televisietoestel. Dit toestel bevat twee panelen (fig. 1). Tabel II geeft een overzicht van de aantallen der verschillende onderdelen, verdeeld in onderdelen die wel en onderdelen die niet voor mechanische montage geschikt zijn. De AD-onderdelen zijn hier gesplitst in niet-verhoogd en wel verhoogd gemonteerde (direct op het paneel resp. op enige afstand ervandaan).

Als men voor ieder van de twee soorten panelen een montagestraat inrichtte, met voor elk onderdeel een afzonderlijke monteerkop, zou ieder van deze straten ca. 100 montageposities moeten bevatten (die voor de panelen A 102, die voor de panelen B 92 posities, zie tabel II). Zoals straks zal blijken, zijn zulke lange montagestraten,

Tabel II. Verdeling van de onderdelen over de twee panelen van het televisietoestel type 21 TX 310A.

Soort van onderdeel	Paneel A					Paneel B					$\Sigma A + \Sigma B$
	AD	AD verhoogd	PU	BH	ΣA	AD	AD verhoogd	PU	BH	ΣB	
Geschikt voor mech. montage	89	0	8	5	102	54	0	32	6	92	194
Ongeschikt voor mech. montage	38	14	11	3	66	22	16	9	1	48	114
Totaal	127	14	19	8	168	76	16	41	7	140	308

als gevolg van veelvuldige storingen, niet in werking te houden. Maar ook al gold dit bezwaar niet, dan nog zou deze methode afstuiten op een veel te grote productiecapaciteit: elk van de straten zou namelijk ongeveer 1000 panelen per uur van onderdelen kunnen voorzien, de productiecapaciteit aan panelen zou dus corresponderen met een fabricage van ca. 1000 televisietoestellen per uur — een aantal dat zelfs voor de allergrootste fabrieken te groot is om de installatie rendabel te kunnen maken.

Ter vermindering van deze enorm grote productiecapaciteit zou men op één montagestraat afwisselend een reeks panelen *A* en een reeks panelen *B* kunnen monteren. De panelenproductie zou dan overeenkomen met ca. $1000/2 = 500$ televisietoestellen per uur, wat nog een uitzonderlijk groot aantal is. Daarenboven zou de straat nu nog meer montageposities moeten hebben dan zoëven, namelijk ca. 130 (89 AD- + 32 PU- + 6 BH-posities, zie tabel II) en derhalve in de praktijk niet kunnen werken.

Om tot kortere montagestraten te komen, zou men kunnen overwegen, de panelen onder te verdelen, b.v. paneel *A* in drie en paneel *B* in twee kleinere, met een verdeling van de mechanisch monteerbare onderdelen b.v. zoals is aangegeven in tabel III. De productiecapaciteit zou dan toereikend zijn voor een fabricage van ca. $1000/(3+2) = 200$ televisietoestellen per uur. Een dergelijk aantal schiet voor een kleine fabriek ook nog over het doel heen, maar kan in een grote fabriek de installatie rendabel maken.

Weliswaar kan men nu alle vijf typen onderpanelen monteren op één montagestraat met ca. 50 posities (30 AD- + 16 PU- + 3 BH-posities, zie tabel III), dus aanzienlijk minder dan zoëven, maar ook dit aantal is nog te groot. Ten tweede moet men bedenken dat het verdelen van een paneel in kleinere een kostbare zaak is. Niet alleen immers verveevoudigt men een groot aantal handelingen en

bewerkingen (uitzagen, gaten stampen, dospel-solderen, inleggen in montage- en controlemachines), maar ook moet men verbindingen aanbrengen tussen de deelpanelen onderling, en ieder deelpaneel vraagt voor zijn bevestiging in het toestel bepaalde voorzieningen. De kosten die dit alles meebrengt, overtreffen de besparingen die de mechanische montage oplevert.

Om onderdelen in de in tabel II genoemde aantallen op één paneel te kunnen monteren door middel van een montagestraat die niet te lang is en geen overmatig grote productiecapaciteit heeft, hebben we de volgende oplossing gekozen: *we laten het paneel meermalen door een zelfde, kortere, montagestraat lopen, waarvan vóór het monteren van ieder volgend stel onderdelen de koppen veresteld worden.*

Bij de constructie van een volledig gemechaniseerde montagestraat volgens dit principe moet rekening worden gehouden met het al genoemde feit dat gedeeltelijk gemonteerde panelen kwetsbaar en lastig te hanteren zijn. Aan dit bezwaar is tegemoet gekomen door elk paneel voor de montage op te nemen in een beschermende houder (een raamconstructie — zie fig. 10 —, die in deel II zal worden besproken). Zo wordt tevens voorkomen dat de hardpapierpanelen bij het herhaaldelijk (meer dan 100 maal!) vastzetten in successieve montageposities slijtage gaan vertonen, wat een nauwkeurig centreren onmogelijk zou maken. Een consequentie van het systeem met houders is dat tussen elke twee opeenvolgende passages de houders van het eind van de montagestraat naar het begin teruggebracht en aldaar op een geschikte wijze geparkeerd moeten worden.

De gunstigste samenstelling van de montagestraat

Om de lezer een indruk te geven van de bij ons in werking zijnde montagestraat, verwijzen we hier reeds naar fig. 11, die een schets van deze installatie geeft. Men ziet hierin de transportband 1, die de in houders 2 gevatte panelen onder de monteerkoppen 3 door voert. Transportband 5 brengt de houders met niet-voltooid (c.q. lege) panelen naar het begin van de straat terug. Bij 7 worden de volgemonteerde panelen vervangen door lege.

Aan de hand van de volgende grootheden:

- 1) de prijs van de montagestraat en de houders,
- 2) de tijd die telkens nodig is om de monteerkoppen te verstellen voor het volgende stel onderdelen,
- 3) de cyclustijd c_1 , nodig voor het aanbrengen en transporteren van een onderdeel,

kan bepaald worden, uit hoeveel montageposities de straat moet bestaan en hoeveel houders in cir-

Tabel III. Splitsing van de panelen *A* en *B* van tabel I in drie resp. twee kleinere panelen, en een dan mogelijke verdeling van de onderdelen.

	Soort van onderdeel		
	AD	PU	BH
$\frac{1}{3}$ paneel <i>A</i>	$\frac{89}{3} \approx 30$	$\frac{8}{3} \approx 3$	$\frac{5}{3} \approx 2$
$\frac{1}{2}$ paneel <i>B</i>	$\frac{54}{2} \approx 27$	$\frac{32}{2} = 16$	$\frac{6}{2} \approx 3$
Aantal posities in de montagestraat	30	16	3

culatie moeten zijn opdat het te investeren kapitaal in verhouding tot de produktiecapaciteit minimaal zij. Vooraf geven we een beschouwing over de laatstgenoemde grootheid.

De produktiecapaciteit

De theoretische produktiecapaciteit (het theoretische maximumaantal montagehandelingen per uur) per montagepositie zij aangegeven met p_{th} . Als de cyclustijd voor één montagehandeling met bijbehorend transport van het paneel naar de volgende positie c seconden bedraagt, zou $p_{th} = 3600/c$ stuks per uur en per positie zijn, ware het niet dat de machine tussen elke twee passages van de serie van m panelen een zekere tijd (s seconden) improductief is. Daar een passage van m panelen mc seconden duurt, is

$$p_{th} = \frac{mc}{mc + s} \cdot \frac{3600}{c} = \frac{3600}{c + \frac{s}{m}} \quad (1)$$

De werkelijke of effectieve produktiecapaciteit per montagepositie, p_{eff} , is kleiner dan de theoretische:

$$p_{eff} = \eta_b \eta_s p_{th}, \quad (2)$$

waarin de factoren η_b en η_s , beide kleiner dan 1, van verschillende oorsprong zijn:

- 1) Het aantal onderdelen dat gedurende een passage wordt gemonteerd, kan kleiner zijn dan het aantal aanwezige montageposities voor dit soort onderdelen. Sommige monteerkoppen blijven bij de passage dan werkeloos. Dit is wat we in rekening brengen met de factor η_b (index b van bezetting), die dus afhangt van het aantal montageposities in de straat en van de bestemming daarvan voor de verschillende hoofdvormen van onderdelen. Men kan η_b tot 1 doen naderen door te streven naar een zo volledig mogelijke bezetting van de apparatuur; men zal dan echter als consequentie moeten aanvaarden dat een aantal onderdelen die wél voor mechanisch monteren geschikt zijn, toch met de hand moeten worden ingezet. Een formule voor η_b zal aanstonds worden afgeleid.
- 2) De factor η_s (index s van storing) brengt het verlies aan produktie door bedrijfsstoringen in rekening. Als één of meer van de n montageposities gedurende een fractie a van de tijd niet werken en daardoor de rest van de straat ook storen, bedraagt η_s :

$$\eta_s = (1-a)^n \quad (3)$$

Tabel IV geeft waarden van η_s (in $\frac{0}{100}$) voor verschil-

Tabel IV. De factor η_s , in $\frac{0}{100}$ en berekend uit verg. (3), als functie van het aantal montageposities n en van de fractie a (in $\frac{0}{100}$) van de gemiddelde tijd dat een monteerkop de produktie stoort.

a %	Aantal montageposities n							
	1	2	4	8	16	32	64	128
0,0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
0,5	995	990	981	961	923	852	725	526
1,0	990	981	961	923	852	725	526	277
1,5	985	970	841	886	785	617	380	145
2,0	980	960	922	851	724	522	272	74
2,5	975	951	904	817	667	445	198	39

lende waarden van a (in $\frac{0}{100}$) en n . Men ziet dat met toenemend aantal montageposities n de gevolgen van een storing gedurende b.v. 1,5% van de tijd steeds ernstiger worden. Dit is dan ook de reden waarom wij in het voorgaande lange montagestraten als voor de praktijk onbruikbaar hebben gekwalificeerd.

Uit (1) en (2) volgt:

$$p_{eff} = \eta_b \eta_s \frac{3600}{c + \frac{s}{m}} \quad (4)$$

De bij Philips in werking zijnde montagestraat heeft een cyclustijd c van 3 seconden, een improductieve tijd s per passage van 60 seconden, en het aantal roulerende houders m is 100. Daarmee volgt uit (4) voor de toestand van ideale bezetting ($\eta_b = 1$):

$$p_{eff} = \eta_s \frac{3600}{3,60} = 1000 \eta_s \text{ stuks}$$

per uur en per montagepositie, zodat voor deze montagestraat p_{eff} numeriek gelijk is aan η_s in $\frac{0}{100}$ en dus direct uit tabel IV kan worden afgelezen.

Keuze van het aantal houders en het aantal montageposities

Keren we nu terug tot de gestelde taak: het zodanig kiezen van het aantal circulerende houders m en het aantal montageposities n dat de prijs van de montagestraat in verhouding tot de produktiecapaciteit minimaal wordt.

Een montagestraat is samengesteld uit de volgende elementen:

- 1) Een nog te kiezen aantal (n) montageposities, onderling gekoppeld door een transportband. De prijs van één positie met de bijbehorende ondersteuning van de transportband noemen we N .
- 2) Een inrichting om de van onvoltooide of lege

panelen voorziene houders terug te brengen naar het begin van de straat en tevens een voorraad houders op te nemen (deze inrichting omvat — zie fig. 11 — een glijbaan 4, een transportband 5 en een liftinstallatie 6), en een inrichting waar de volgemonterde panelen uit de houders worden genomen en door lege vervangen (bij 7 in fig. 11). De prijs van deze twee inrichtingen samen noemen we K .

- 3) Een nog te kiezen aantal houders (m). De prijs per houder noemen we M .

De montagestraat kost in totaal dus een bedrag I :

$$I = nN + K + mM.$$

De prijs i_s per montagepositie, in verhouding tot de effectieve productiecapaciteit per montagepositie, is derhalve:

$$i_s = \frac{I}{np_{\text{eff}}} = \frac{nN + K + mM}{n} \cdot \frac{1}{\eta_b \eta_s} \cdot \frac{c + \frac{s}{m}}{3600}. \quad (5)$$

Door uit (5) $\partial i_s / \partial m$ te berekenen en gelijk aan nul te stellen, vindt men de waarde m_0 van m waarbij i_s het kleinst is. Deze waarde hangt nog af van n :

$$m_0 = \sqrt{\frac{s n N + K}{c M}}. \quad (6)$$

In de praktijk is gebleken dat N , K en M zich verhouden als 100 : 150 : 2,2. Met deze verhoudingen

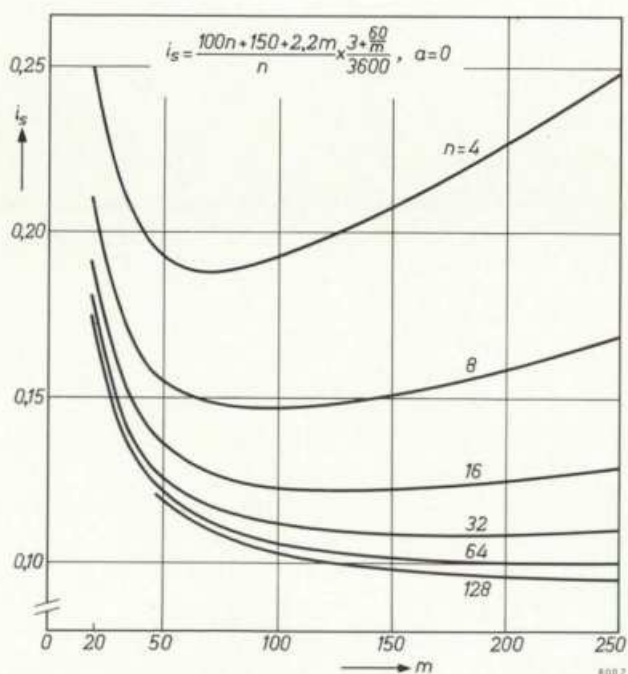


Fig. 2. De prijs i_s van een montagestraat per montagepositie, in verhouding tot de effectieve productiecapaciteit per montagepositie, als functie van het aantal circulerende houders m , met het aantal montageposities n als parameter, voor het geval $\eta_s = 1$ ($a = 0$) en $\eta_b = 1$.

en met $s = 60$ seconden en $c = 3$ seconden gaat (6) over in

$$m_0 = 30,2 \sqrt{n + 1,5}. \quad (7)$$

In fig. 2 vindt men voor verschillende aantallen montageposities n de grootte van i_s uitgezet als functie van m voor het geval $\eta_b = 1$ en $\eta_s = 1$. Het minimum van de krommen is zo flauw dat het voor i_s weinig uitmaakt als men om praktische redenen voor m een rond getal kiest en daartoe een weinig van de optimale waarde m_0 afwijkt.

Fig. 3 geeft i_s als functie van het aantal montageposities n voor verschillende waarden van het

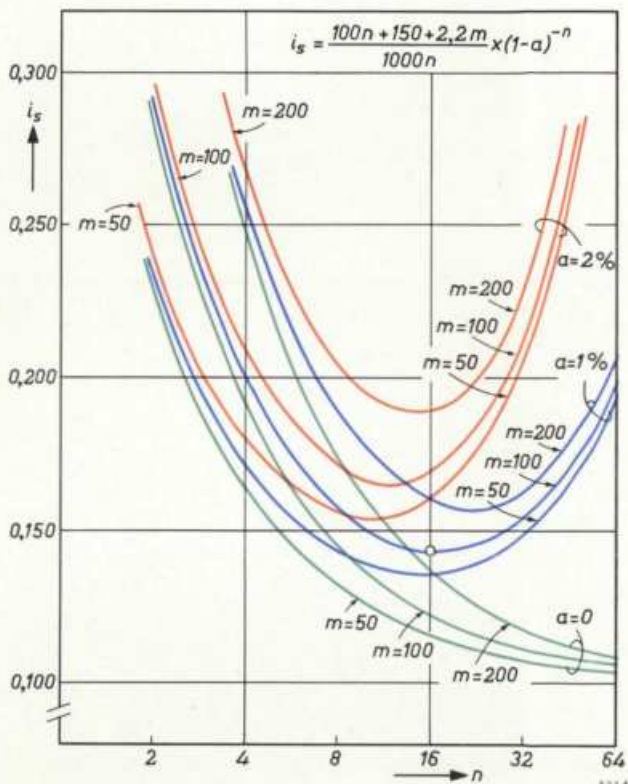


Fig. 3. De grootte i_s als functie van n , met m als parameter, voor een stilstandspercentage $a = 0$ (groene krommen), $a = 1\%$ (blauwe krommen) en $a = 2\%$ (rode krommen).

aantal houders m en van het stilstandspercentage a , in het geval $\eta_b = 1$. Duidelijk blijkt de sterke invloed van het stilstandspercentage. De verwezenlijking van gemechaniseerde montage staat of valt dan ook met de mogelijkheid tot het zeer klein houden van het stilstandspercentage. In hoeverre dit gelukt, hangt er sterk van af in welke mate de in te zetten onderdelen afwijkingen van de voorgeschreven vorm vertonen; zo hebben b.v. kromme of excentrisch geplaatste aansluitdraden een ongunstige invloed. Indien het stilstandspercentage gedrukt kan worden tot 1% , is een montagestraat met 16 posities en 100 houders een goede propositie. Het

hiermee corresponderende punt in fig. 3 is aangeduid met een cirkeltje ²⁾.

Voor een stilstandspercentage a van 2% en $n = 16$ leest men uit tabel IV af dat η_s gelijk is aan $724^{0/00}$, zodat (bij $\eta_b = 1$) $p_{\text{eff}} = 724$. Onder deze omstandigheden kan een montagestraat met 16 posities dus $16 \times 724 = 11\,584$ onderdelen per uur monteren.

We beschouwen nu het geval dat deze straat geheel is ingericht voor het inzetten van AD-onderdelen, waarvan er zich op paneel A van het bovengenoemde televisietoestel 89 stuks bevinden en op paneel B 54 stuks (tabel II). De straat is zo gunstig mogelijk bezet als hiervan 80 resp. 48 (de veelvouden van $n = 16$ die het dichtst onder 89 resp. 54 liggen) mechanisch worden ingezet; per televisietoestel dus $80 + 48 = 128$. De productie van de straat is dan toereikend voor gemiddeld $11\,584/128 = 90$ toestellen per uur. Wanneer er meer onderdelen beschikbaar komen die voor mechanisch inzetten bruikbaar zijn, zal men het aantal mechanisch monteerbare onderdelen kunnen opvoeren, b.v. tot 128 op het ene en tot 80 op het andere paneel. De straat zal dan vol belast zijn bij een productie van panelen voor gemiddeld $11\,584/(128 + 80) = 55$ toestellen per uur en dus ook voor kleinere fabrieken in aanmerking komen. Hieruit blijkt het grote belang om van de nodige onderdelen er zo veel mogelijk mechanisch te monteren.

Het opvoeren van het aantal mechanisch ingezette onderdelen tot het maximaal mogelijke maakt echter de factor η_b , die in het voorgaande steeds gelijk aan 1 was ondersteld, kleiner dan 1. Bij de passages die een paneel over de straat moet maken, zal er dan immers steeds één zijn waarbij niet alle monterkoppen onderdelen inzetten (tenzij het aantal in te zetten onderdelen per paneel juist een veelvoud van n is). In het geval van zoëven, met $n = 16$ en 89 AD-onderdelen op één paneel, zijn gedurende 5 passages alle 16 koppen in werking; bij één passage echter komen er slechts $89 - 5 \times 16 = 9$ in werking en blijven er dus 7 werkeloos. Het aantal koppen dat tijdens deze passage werkeloos blijft, bedraagt, gemiddeld over een voldoende aantal verschillende panelen, $\frac{1}{2}(n-1)$.

Worden per paneel gemiddeld $\bar{C}$ onderdelen mechanisch ingezet, dan is, bij onveranderd aantal passages, de montagecapaciteit dus $\bar{C} + \frac{1}{2}(n-1)$, met $\bar{C}$ als werkzaam en $\frac{1}{2}(n-1)$ als onwerkzaam bestanddeel. Hieruit volgt:

$$\eta_b = \frac{\bar{C}}{\bar{C} + \frac{1}{2}(n-1)} = \frac{1}{1 + \frac{n-1}{2\bar{C}}} \quad (8)$$

In fig. 4 is η_b uitgezet als functie van het aantal posities n , voor verschillende waarden van het gemiddelde aantal mechanisch ingezette onderdelen $\bar{C}$ per paneel.

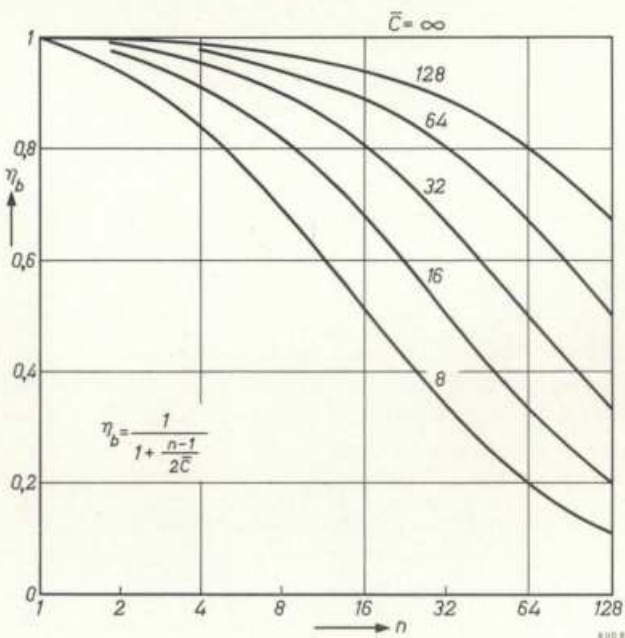


Fig. 4. De bezettingsfactor η_b als functie van het aantal montageposities n , met als parameter het gemiddelde aantal mechanisch monteerbare onderdelen $\bar{C}$ per paneel.

Monteert men bij het bovengenoemde televisietoestel *alle* onderdelen waarmee dit mogelijk is, mechanisch — dus $89 + 54$ onderdelen in $6 + 4 = 10$ passages, in plaats van $80 + 54$ onderdelen in $5 + 3 = 8$ passages —, dan is in formule (8) $\bar{C} = \frac{1}{2}(89 + 54)$. Met $n = 16$ wordt η_b dan gelijk aan 0,89, en de gemiddelde productie zou nu niet overeenkomen met 90 televisietoestellen per uur (zie boven), maar met

$$0,89 \times \frac{11\,584}{89 + 54} = 72 \text{ toestellen per uur.}$$

De bediening van de montagestraat

Voor de bediening van een montagestraat is personeel nodig. Dit heeft de volgende taken:

- 1) aan de machine toevoeren van de te monteren onderdelen,

²⁾ Het aantal posities is ten slotte gebracht op 24, zoals bij de beschrijving in deel II zal blijken. Was a inderdaad 1%, dan zou één straat met 24 posities iets voordeliger zijn dan twee straten met elk 12 posities. In de praktijk is naderhand gebleken dat de schatting van $a = 1\%$ voorlopig te optimistisch moet worden genoemd. Bij $a = 1,5\%$ heeft de straat met $n = 24$ een even grote productiecapaciteit als twee straten, de ene met $n = 9$ en de andere met $n = 10$. Deze laatste combinatie heeft als bijkomend voordeel een grotere flexibiliteit.

- 2) aan de machine verstrekken van informatie,
- 3) van tijd tot tijd verstellen van de machine,
- 4) afvoeren van de volgemonteerde en toevoeren van lege panelen,
- 5) opheffen van storingen.

De totale tijd die voor deze taken nodig is, bepaalt, uit hoeveel man het personeel moet bestaan. Het best kunnen de verschillende tijden bestudeerd worden in verhouding tot de tijd waarin m houders de straat passeren.

Taak 1. Per passage van m houders moet aan elke monteerkop een nieuwe voorraad van m onderdelen worden toegevoerd. Dit kan geschieden terwijl de machine werkt. Voor iedere monteerkop is de tijd t_1 die voor deze toevoer nodig is, constant, b.v. 10 seconden.

Taak 2. Aan de machine moet telkens informatie worden verstrekt betreffende de coördinaten van de plaats waar iedere monteerkop zijn onderdeel bij de volgende passage van de panelen moet aanbrengen. Het verstrekken van deze informatie kost per passage van m panelen een tijd t_2 , variërend van 20 tot 28 seconden voor iedere monteerkop. Het is mogelijk, t_2 (evenals t_1) geheel in de werkperiode van de machine te doen vallen en dus niet te laten bijdragen tot de boven ingevoerde tijd s , gedurende welke de machine tussen elke twee passages van m panelen improductief is.

Taak 3. Elke verstelling van een monteerkop vergt een zekere tijd. Per passage van m houders vormen deze tijden samen de verstellingsperiode t_3 van de machine; t_3 loopt uiteen van 2,3 tot 12 seconden. Was er voor het verstellen van iedere monteerkop een man beschikbaar, dan zou t_3 gelijk zijn aan de improductieve tijd s .

Taak 4. De tijd die nodig is om telkens een volgemonteerd paneel te vervangen door een leeg, is constant en aangepast bij het ritme van de machine: de cyclustijd c voor het afvoeren van een voltooid paneel en nog eens de tijd c voor het inzetten van een leeg paneel. Moet een paneel, vóór het volgemonteerd is, de straat r maal doorlopen, dan bedraagt de vervangingstijd t_4 per passage van m panelen: $2mc/r$. Met $m = 100$, $c = 3$ s en $r =$ b.v. 10 is $t_4 = 60$ s.

Taak 5. Het personeel dat de vier bovengenoemde taken verricht, moet ook de normale storingen opheffen. De tijd die dit vergt, brengen we in rekening door de som van de genoemde tijden te vermenigvuldigen met $1/\eta_s$.

Aldus komen we tot een totale tijd die de bediening van de straat per passage van m panelen vereist, van $(t_1 + t_2 + t_3 + t_4)/\eta_s$. Uit tabel IV hebben we gezien dat η_s met toenemend stilstands-

percentage a des te sneller afneemt naarmate n groter is en dus de straat langer. Ook de wens om met een beperkt personeel te volstaan, vormt derhalve een argument om montagestraten kort te houden. Voor een straat met 24 posities en 100 circulerende houders is maximaal 5 man personeel nodig.

Gezien het grote aantal onderdelen C per paneel, spreekt het vanzelf dat een zeer klein percentage mislukte montagehandelingen al in staat is om te maken dat een aanzienlijk deel van de voltooid panelen fouten zal bevatten. Mislukt er van het totale aantal montagehandelingen een fractie u , dan bedraagt de fractie G der foutloos gemonteerde panelen:

$$G = (1-u)^C.$$

Hieruit volgt voor b.v. $C = 40$ en 80, en $u = 0,5\%$ en 1% :

	$u = 0,5 \%$	$u = 1 \%$
$C = 40$	$G = 82 \%$	$G = 67 \%$
$C = 80$	$G = 67 \%$	$G = 45 \%$

Uit deze getallen blijkt wel dat men bij de controle niet kan volstaan met het nemen van steekproeven, maar dat ieder voltooid paneel gecontroleerd en, zonodig, gerepareerd moet worden.

Conclusies

Uit de voorgaande beschouwingen kunnen we de volgende conclusies trekken.

Constructie van de montagestraat

- 1) Om de investering klein te houden, is het van het grootste belang dat de tijden voor het inzetten en voor het verstellen kort zijn.
- 2) Om de tijd voor het verstellen kort te houden, moet men de manipulaties aan de machine tijdens stilstand zo snel mogelijk verrichten. Deze manipulaties zijn: het verwisselen van magazijnen met onderdelen en het bepalen van de plaats van het in te zetten onderdeel op het paneel.
- 3) Storingen doen de productiecapaciteit per montagepositie sterker afnemen naarmate het aantal posities n groter is. Bij een bepaalde waarde van n is de investering per positie het kleinst.
- 4) Hoe minder montageposities de straat telt, des te betere bezettingsgraad men bij een wisselend programma kan bereiken.

Het onderdelenpakket

- 1) Om stilstand door storingen zoveel mogelijk te beperken, moet men onderdelen gebruiken van zodanige vorm en kwaliteit dat ze de machine niet kunnen beschadigen of doen vervuilen (b.v. door afgeschraapte lak, die als stof of, met was of olie gemengd, als koek tussen bewegende delen gaat zitten).
- 2) Voor een hoge bezettingsgraad van de machine is het nodig dat de verschillende soorten onderdelen zoveel mogelijk gelijkvormig zijn.

- 3) Ter beperking van handwerk dienen de onderdelen geordend verpakt en in mechanisch gemakkelijk hanteerbare vorm te worden geleverd.

Het ontwerp van het paneel

- 1) Van de op één paneel te plaatsen onderdelen moet een zo groot mogelijk aantal bruikbaar zijn voor mechanische montage.
- 2) Van de onderdelen die de ontwerper kiest, moeten er zo veel mogelijk gelijkvormig (beter nog: congruent) zijn.

II. DE MECHANISCHE CONSTRUCTIE

Eisen waaraan de constructie moet voldoen

In deel I zijn de wensen naar voren gebracht waaraan de constructie van een mechanische montagestraat moet voldoen. Preciseren wij deze wensen wat nader, dan blijkt dat de constructeur zich geplaatst ziet voor de volgende opdrachten:

- 1) Het construeren van universele monteerkoppen voor verschillende onderdelen.
- 2) Het construeren van een universele houder die panelen van verschillende afmetingen kan opnemen, ze op de juiste plaats onder de monteerkoppen brengt en aldaar fixeert, en ze voor beschadiging tijdens het transport vrijwaart.
- 3) Het construeren van een transportmechanisme waarbij de houders in roulatie blijven.
- 4) Het bedenken van een systeem waarbij de tijd voor het telkens opnieuw instellen van de monteerkoppen tot een minimum beperkt blijft.
- 5) Het ontwikkelen van een stuurmechanisme dat de machine beveiligd tegen schade die door het weigeren van één of meer monteerkoppen zou kunnen ontstaan.

Op welke wijze de constructeur deze opdrachten heeft uitgevoerd en welke oplossingen hij aan de diverse problemen heeft gegeven, wordt in de volgende paragrafen besproken. Vooraf geven wij een globale uiteenzetting over de opzet en de werking van de montagestraat waarmee in Eindhoven panelen voor televisietoestellen mechanisch worden gemonteerd.

De werking van de montagestraat

Een vereenvoudigd beeld van de montagestraat is gegeven in fig. 11. Aan een lopende band 1, die de houders 2 transporteert, staan een aantal

monteerkoppen 3, die de onderdelen monteren. Momenteel zijn 24 monteerkoppen aanwezig, te weten:

18 AD-, 2 BD-, 2 BH- en 2 PU-koppen.

Op een paneel zitten echter veel meer dan 24 onderdelen. Elk paneel moet de machine dus enige malen doorlopen. Daartoe is de montagestraat als volgt ingericht.

100 houders circuleren voortdurend door de machine. Ze worden door middel van de tweedelige transportband 1 in horizontale stand (liggend) onder de monteerkoppen door gevoerd. Aan het eind van deze eerste transportband worden de houders via een glijbaan 4 naar de daaronder gelegen stalen transportband 5 geleid. Daarbij worden de houders in verticale stand gebracht en door middel van de transportband 5 teruggevoerd naar het begin van de montagestraat. Hier bevindt zich een liftinstallatie 6, die de houders van de band 5 afneemt, ze omhoog voert, in de horizontale stand brengt en op de transportband 1 deponeert.

In iedere houder is een paneel van een zelfde soort geplaatst en nu worden deze 100 panelen voorzien van een eerste serie van 24 onderdelen. Nadat vervolgens snel de monteerkoppen zijn versteld en van een nieuwe voorraad onderdelen (100 stuks) zijn voorzien, wordt de tweede serie van 24 onderdelen gemonteerd. Zijn ten slotte alle mechanisch monteerbare onderdelen aangebracht, dan worden de panelen vervangen door 100 nieuwe.

De redenen waarom het aantal monteerkoppen kleiner is dan het aantal onderdelen per paneel, zijn in deel I al uiteengezet: met een monteerkop voor ieder onderdeel zou de straat veel te lang

worden en daardoor zou een storing funeste gevolgen krijgen, en tevens zou de produktie zo groot worden (b.v. 2 000 000 panelen per jaar!) dat de gewenste produktie vele malen werd overtroffen.

Voor het vervangen van de volgemonterde panelen door lege is aan het eind van de montagestraat een los-en-laadplaats aangebracht (bij 7 in fig. 11). Het verwijderen van de voltooide panelen uit de houders gaat automatisch, het inzetten van de lege gebeurt met de hand. Dit laatste heeft de volgende reden. Er moet goed op gelet worden of het paneel met zijn referentievlakken (wij komen daarop aanstonds terug) tegen de daarvoor bestemde pennen in de houder aansluit. Afwijkingen hiervan zouden tot gevolg hebben dat de houder het paneel niet op de juiste wijze onder het inzetmechanisme van de monteerkoppen zou kunnen brengen, met als gevolg een mislukte montage van het desbetreffende onderdeel. Voorzieningen zijn getroffen om de tijd die nodig is om een paneel in een lege houder te plaatsen, gelijk te maken aan de tijd waarin een kop een onderdeel monteert. Bij onze montagestraat is deze tijd 2 seconden.

De tijd die nodig is om een onderdeel te monteren en om vervolgens de houder te vervoeren naar de volgende kop, is 3 seconden (de cyclustijd *c*). De machine werkt derhalve 100×3 seconden = 5 minuten lang automatisch, en zodra de 100ste houder de eerste monteerkop heeft verlaten, schakelt hij deze kop uit, zodat het bedienend personeel meteen kan beginnen met het verstellen van de koppen voor de volgende passage van de houders. Zodra een kop is versteld, wordt hij weer ingeschakeld. Zijn successievelijk alle koppen versteld en is ook de laatste weer ingeschakeld, dan begint de montagestraat opnieuw automatisch te werken.

De onderdelen van de montagestraat

De monteerkoppen

In deel I is al vermeld dat tot nu toe vier soorten monteerkoppen zijn ontwikkeld, namelijk voor onderdelen met axiale draden (AD), voor brugdraden (BD), voor buishouders (BH) en voor zg. pin-up-onderdelen (PU).

Een AD-kop is afgebeeld in fig. 5. Wat het inzetmechanisme hiervan doet, is schematisch weergegeven in fig. 6a-h. Het onderdeel 8 is door twee mechanische vingers uit het magazijn 9 gehaald en op twee horizontaal beweegbare aambeeldjes 10 gelegd (fig. 6a). Twee zg. buigers 11 (fig. 6b) gaan nu aan de buitenzijde van de aambeeldjes omlaag en buigen de aansluitdraden van het onderdeel om (fig. 6c). Zodra de buigers het paneel 12 raken,

worden de aambeeldjes teruggetrokken en gaan twee aandrukkers 11a naar beneden (fig. 6d). De draden worden daarbij eerst door twee gaatjes van het paneel gestoken en daarna door gaatjes van een knip-en-buigapparaat 13 (fig. 6e), dat zich onder het paneel bevindt. Dit apparaat knipt de draden op de juiste lengte af en buigt ze onder het paneel naar één kant om (fig. 6f en g). Als dit gebeurd is, komt het inzetmechanisme in zijn uitgangsstand terug, waarbij een volgend onderdeel (8') uit het magazijn wordt gehaald en op de aambeeldjes neergelegd (fig. 6h).

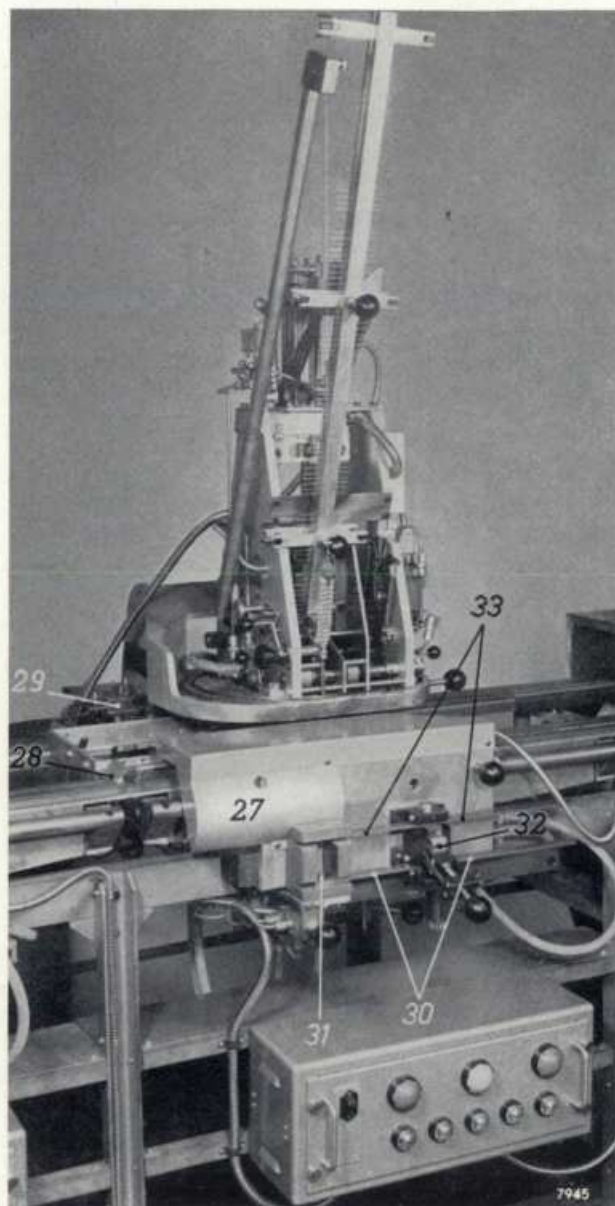


Fig. 5. Monteerkop voor onderdelen met axiale draden (AD-kop). 27 support. 28 pen, bevestigd aan de houder. De balk 29 drukt de houder met zijn nokken tegen twee pennen die in het support zijn bevestigd. 30 en 33 vervangbare metalen strippen, met gaten die de x-coördinaat van het onderdeel bepalen dat bij een volgende passage van de panelen zal worden gemonteerd. 31 vaste pen. 32 slot.

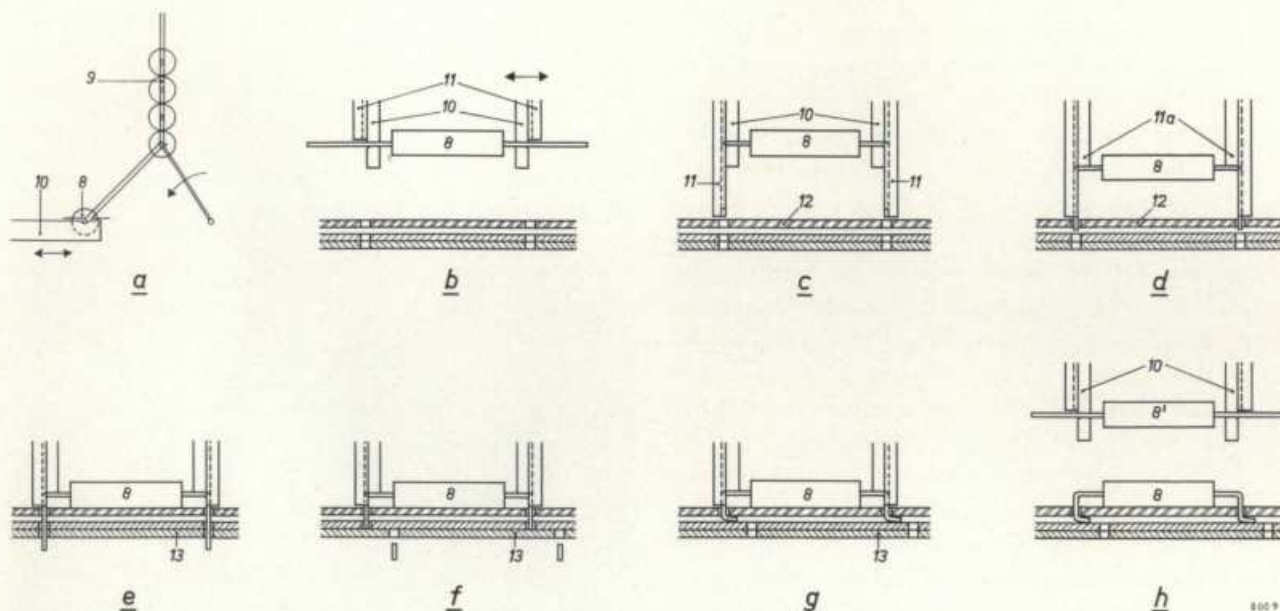


Fig. 6. Werking van het inzetmechanisme van de AD-kop.

- Toevoer van het te monteren onderdeel 8, afkomstig uit magazijn 9, aan de aambeeldjes 10.
- en c) Buigers 11 gaan omlaag en buigen de aansluitdraden om.
- Aandrukkers 11a duwen de aansluitdraden in bepaalde gaatjes van het paneel 12.
- De aansluitdraden zijn nu ook door de gaatjes van het knip-en-buigapparaat 13 gestoken. Dit knipt ze af (f) en buigt ze om (g).
- Een volgend onderdeel (8') is op de aambeeldjes 10 gelegd.

Het inzetgereedschap is symmetrisch ten opzichte van het midden van het onderdeel en het is gesplitst in een vast en een verschuifbaar gedeelte (fig. 6b). Met behulp van een stalen strip wordt de plaats ingesteld waar de aansluitdraden gebogen moeten worden. Om montage evenwijdig met de lange zowel als evenwijdig met de korte kant van het paneel mogelijk te maken, is het inzetmechanisme over 90° draaibaar om de (verticale) hartlijn van het vaste gedeelte; het is daartoe geplaatst op een draaitafel, die aan het U-vormige freem van de kop is bevestigd. Hierbij moet het knip-en-buigapparaat meedraaien. Verder behoeft aan dit apparaat niets te worden versteld, daar in de knip-en-buigplaat een voldoende aantal gaatjes aanwezig is; de afstand tussen deze gaatjes is gelijk aan de standaardmaat $e = 2,54$ mm tussen de gaatjes in het paneel (zie beneden) of aan een geheel veelvoud van e .

De onderdelen worden, op stroken geplakt, in bandvorm aan de AD-koppen toegevoerd (tabel I).

Een *monteerkop voor brugdraden* is afgebeeld in fig. 7. De constructie hiervan is nagenoeg dezelfde als die van de AD-kop. Het verschil bestaat hierin dat het onderdelenmagazijn is vervangen door een klos blank draad (14) en dat in de BD-kop een mechanisme aanwezig is om stukken draad van de

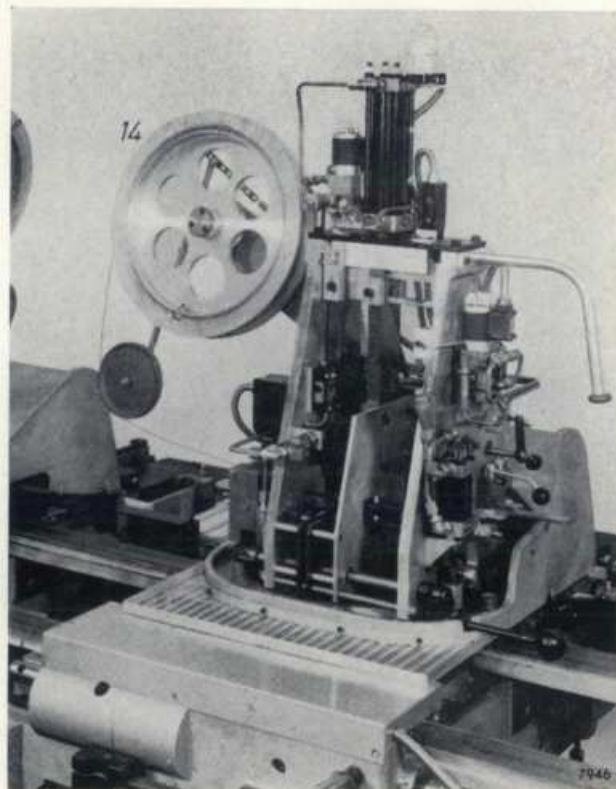


Fig. 7. Monteerkop voor brugdraden (BD-kop), in hoofdzaak gelijk aan de AD-kop (fig. 5 en 6). Als magazijn fungeert hier een klos blank draad 14.

vereiste lengte aan te voeren en af te knippen. Deze lengte wordt ingesteld door verplaatsing van het verschuifbare gedeelte van het inzetgereedschap. Het monteren van een brugdraad op het paneel geschiedt op dezelfde wijze als het monteren van een AD-onderdeel.

De *monteerkop voor buishouders* (fig. 8) is geheel aangepast bij de wijze waarop de buishouders worden geleverd. In samenwerking met de leverancier van deze onderdelen is een vorm gekozen die zich direct leent voor mechanische montage. Dientengevolge kon het inzetmechanisme van de BH-kop zeer eenvoudig worden gehouden.

De buishouders worden geleverd in reeksen van 50, bevestigd op een strip hardpapier van 1 meter lengte (15 in fig. 8). Een stempel 16, dat tevens dienst doet als monteergereedschap, stampt telkens één buishouder uit de strip en monteert deze in één doorgaande beweging op het paneel. De uitlopers waarvan de buishouder is voorzien, worden daarbij aan de onderzijde van het paneel omgebogen.

De *monteerkop voor pin-up-onderdelen* (keramische condensatoren) is afgebeeld in fig. 9. De afstand tussen de aansluitdraden van de PU-

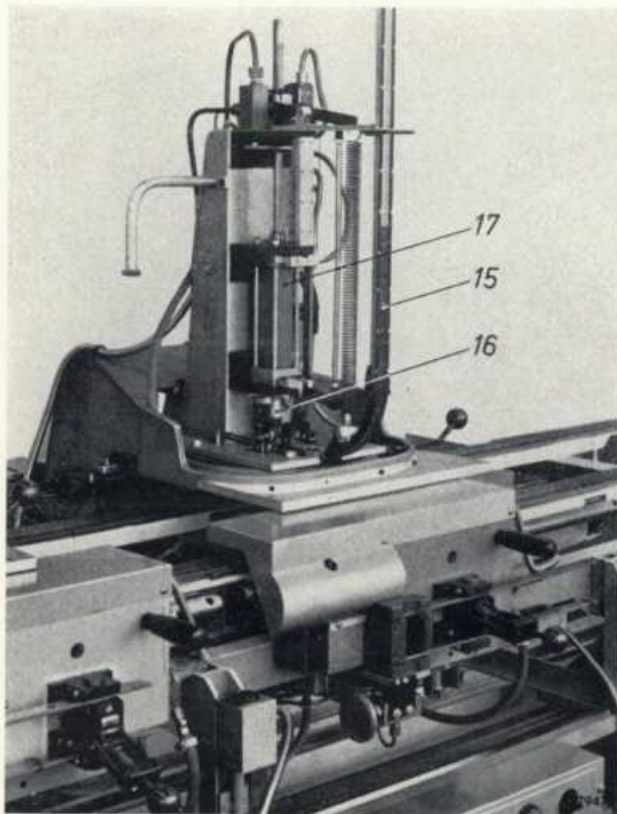


Fig. 8. Monteerkop voor buishouders (BH-kop). 15 magazijn met buishouders, die bevestigd zijn op een strip hardpapier. 16 stempel, dat telkens één buishouder uit de strip stampt en hem op het paneel monteert. 17 luchtcilinder, die het mechanisme in beweging brengt.

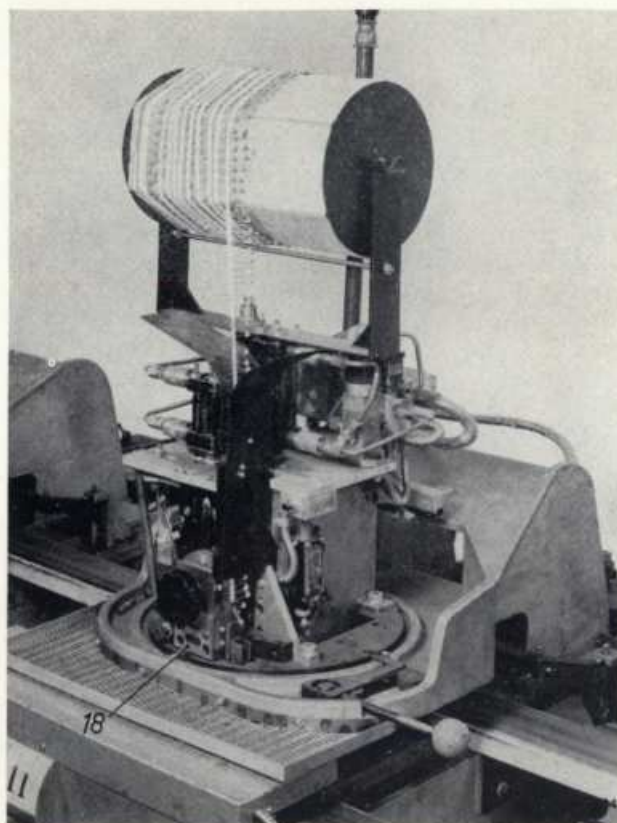


Fig. 9. Monteerkop voor pin-up-onderdelen (PU-kop). Op de zeskante trommel is de strook met onderdelen gewikkeld. Het mechanisme dat telkens één onderdeel toevoert, is aangeduid met 18.

onderdelen is 3 maal de standaardmaat 2,54 mm. De PU-onderdelen worden op een strook geplakt geleverd (tabel I). Een mechanisme 18 voert telkens één onderdeel aan. Een tang, die zich in het inzetmechanisme bevindt, snijdt het onderdeel uit de band los en steekt de draden in bepaalde gaatjes van het paneel. Een knip-en-buigapparaat onder het paneel knipt de draden op de juiste lengte af en buigt ze tegen het paneel aan om.

De BD-, de BH- en de PU-koppen zijn van dezelfde draaitafelconstructie voorzien als de AD-koppen, zodat men ook bij deze koppen de keus heeft uit twee 90° verschillende montagerichtingen.

Over de aandrijving van de inzetmechanismen komen wij aan het slot van dit artikel nog te spreken.

De houder

De houder bestaat uit een rechthoekige raamconstructie (fig. 10) met vier vlerken, waarmee hij op de transportband rust die hem onder de monteerkoppen door voert. De afmetingen zijn zodanig dat een paneel van de maximale grootte (150 bij 300 mm) opgenomen kan worden. Gezien het grote aantal (100 stuks), is een gietconstructie

gekozen. Om het gewicht zo klein mogelijk te houden, is als materiaal lichtmetaal gebruikt.

Ter bevestiging van een paneel in de houder drukt een beweegbare strip 20 twee uitsparingen in de referentielijn van het paneel (hierover aanstonds meer) tegen twee van een vijftal pennen in de zijde 19 van de houder; tegen welke twee, hangt af van de grootte van het paneel. Aan de andere zijde van de houder bevinden zich twee nokken 21, waarvan één een V-vorm heeft. Komt

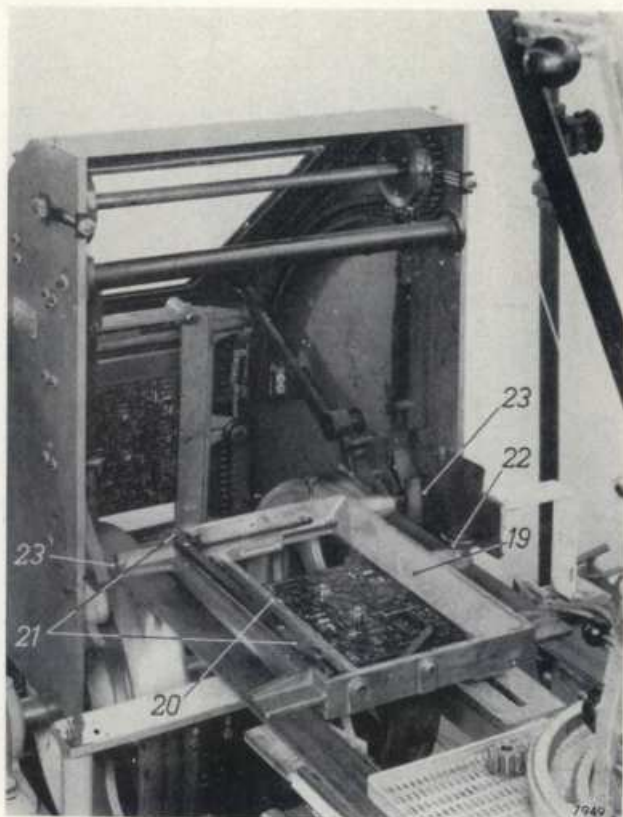


Fig. 10. Het begin van de montagestraat. Op de voorgrond een houder, met erin een nog bijna leeg paneel. Strip 20 drukt het paneel met zijn referentievlakken tegen pennen die deel uitmaken van de houder (deze pennen, niet zichtbaar op de foto, bevinden zich bij 19). De nokken 21 zorgen ervoor dat de houder bij aankomst onder een monteerkop vrijkomt van de transportband. 22 drukrol. 23 pennen waaraan de houder komt te hangen als hij naar het begin van de straat wordt teruggevoerd.

de houder onder een monteerkop, dan drukt een rol 22 deze nokken tegen twee aanslagpennen van de monteerkop aan, hetgeen de plaats van de houder fixeert. De houder wordt nu 1 mm gelicht en komt daardoor vrij van de continu lopende transportband.

In de beide achterste vlerken zijn pennen 23 aangebracht. Hieraan komt de houder, nadat hij de laatste monteerkop heeft verlaten, verticaal te hangen, om in deze stand naar het begin van de montagestraat te worden teruggevoerd.

Het transportmechanisme

Het transportmechanisme bestaat uit twee boven elkaar gelegen en tegen elkaar in draaiende, continu lopende, tweedelige transportbanden (1 en 5 in fig. 11). Aan het begin en aan het eind bevindt zich een inrichting voor het overnemen van de houders van de ene band op de andere (fig. 10 resp. fig. 12). De bovenste band (24 in fig. 12) transporteert de horizontaal liggende houders onder de monteerkoppen door, terwijl de onderste band (25) de houders in verticale stand naar het begin van de montagestraat terugbrengt.

De bovenste band bestaat uit twee leren riemen naast elkaar, aan de bovenzijde bedekt met een slijtvaste laag van een kunststof. De grote wrijvingscoëfficiënt van dit materiaal zorgt ervoor dat de houders, zodra ze een monteerkop hebben verlaten, door de band worden meegenomen. Voor de onderste transportband is als materiaal staal gekozen, om de wrijvingskracht tussen de continu lopende band en de pennen van de nu en dan stilstaande houders gering te houden.

De voorraad van 100 houders is in groepen over de lengte van de stalen transportband verdeeld. Dit is gedaan om het gewicht gelijkmatig over de band te verdelen en om de stuwkracht aan het begin van de montagestraat niet te groot te doen zijn.

Voor elke groep houders is een pneumatisch bediende sluis aanwezig, die, zodra een nieuwe houder via de bovenste transportband de machine wordt binnengevoerd, één houder laat passeren, die dan door de onderste band wordt meegenomen naar de volgende groep. Op deze wijze lopen aan- en afvoer van houders synchroon en wordt opeenhoping van houders voorkomen.

De inrichting aan het begin van de straat bestaat uit de al genoemde liftinstallatie (fig. 10), die de houders van de onderste naar de bovenste transportband heft en ze uit de verticale in de horizontale stand brengt. De inrichting aan het einde van de straat bestaat uit de ook reeds meermalen ter sprake gekomen glijbaan (26 in fig. 12), die ze van de bovenste band naar de onderste geleidt en ze van de horizontale in de verticale stand brengt. Op deze wijze is een gesloten transportketen voor de houders verkregen.

Het verstellen van de monteerkoppen

Eén van de opdrachten aan de constructeur was, een systeem te ontwikkelen waarbij de tijd voor het verstellen van de monteerkoppen tot een minimum beperkt blijft. Alvorens hierop in te gaan, zullen

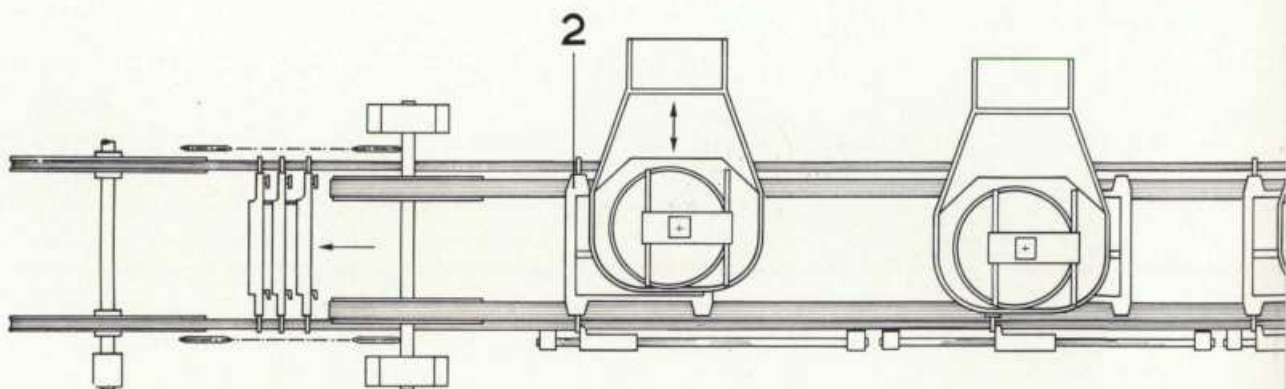
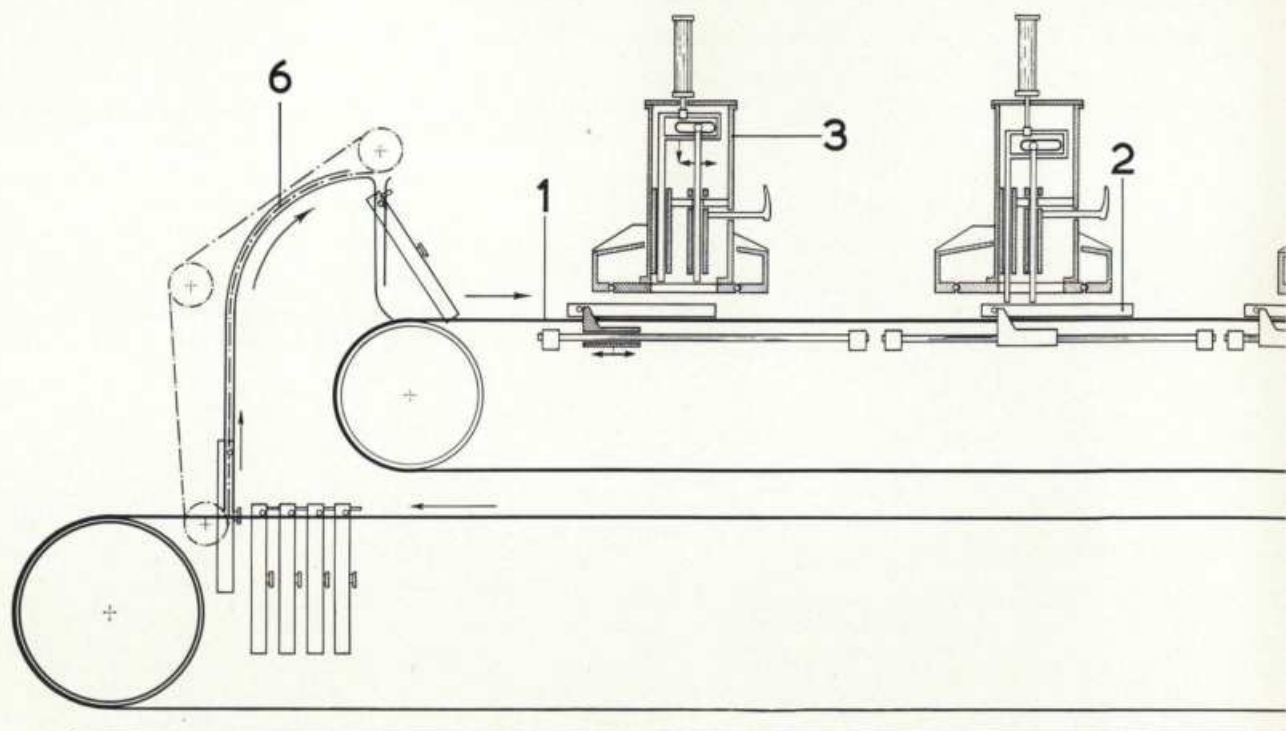
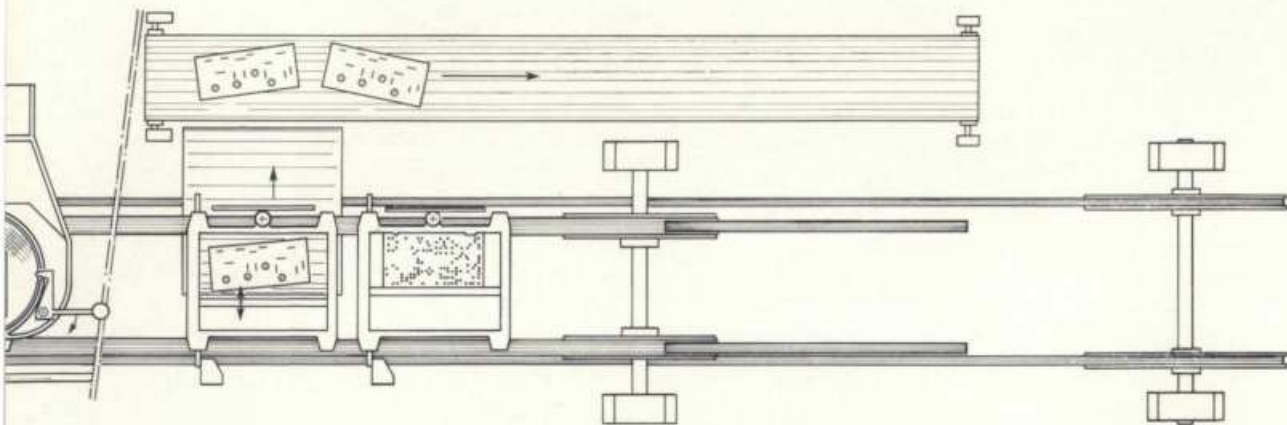
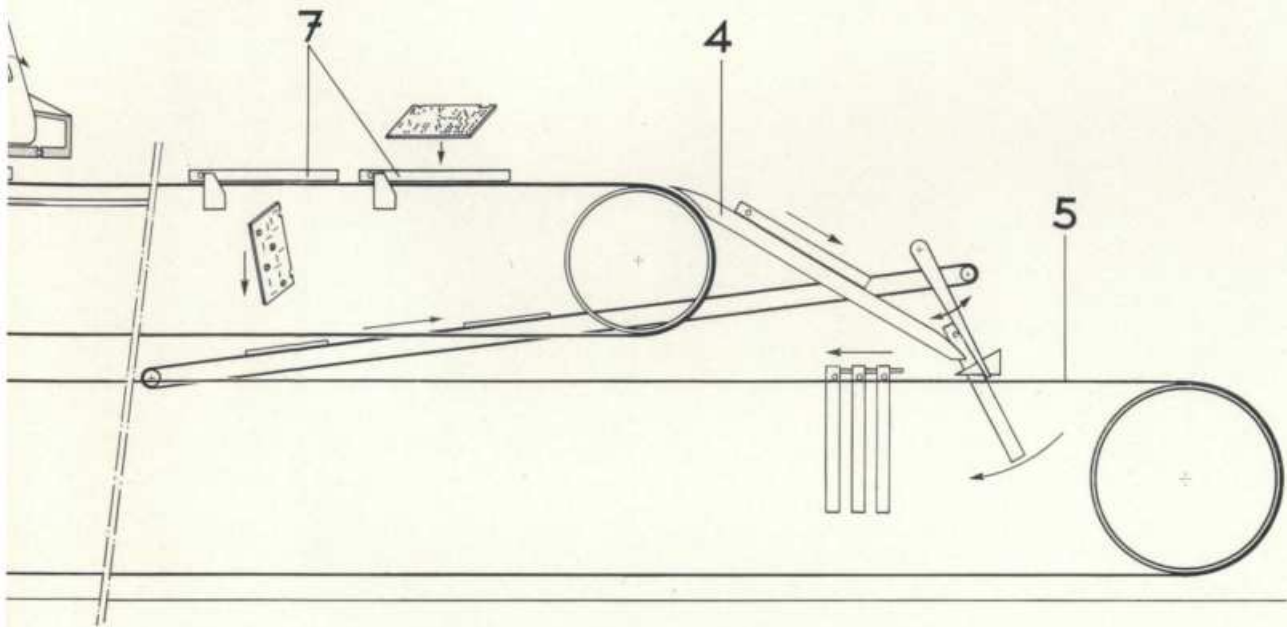


Fig. 11. Schets (enigszins vereenvoudigd) van de montagestraat voor het monteren van onderdelen op panelen voor televisietoestellen. 1 tweedelige leren transportband, die de houders 2 met panelen van links naar rechts onder de monterkoppen 3 door voert. De houders met de panelen komen via de glijbaan 4 in verticale stand aan de stalen transportband 5 te hangen, die ze naar het begin van de montagestraat terugbrengt. Daar bevindt zich een liftinstallatie 6, die de houders opheft en ze horizontaal op de transportband 1 deponceert. Op de „los-en-laadplaats” 7 worden de volgemonteerde panelen uit de houders verwijderd en naar rechts afgevoerd, en door lege vervangen.



8015

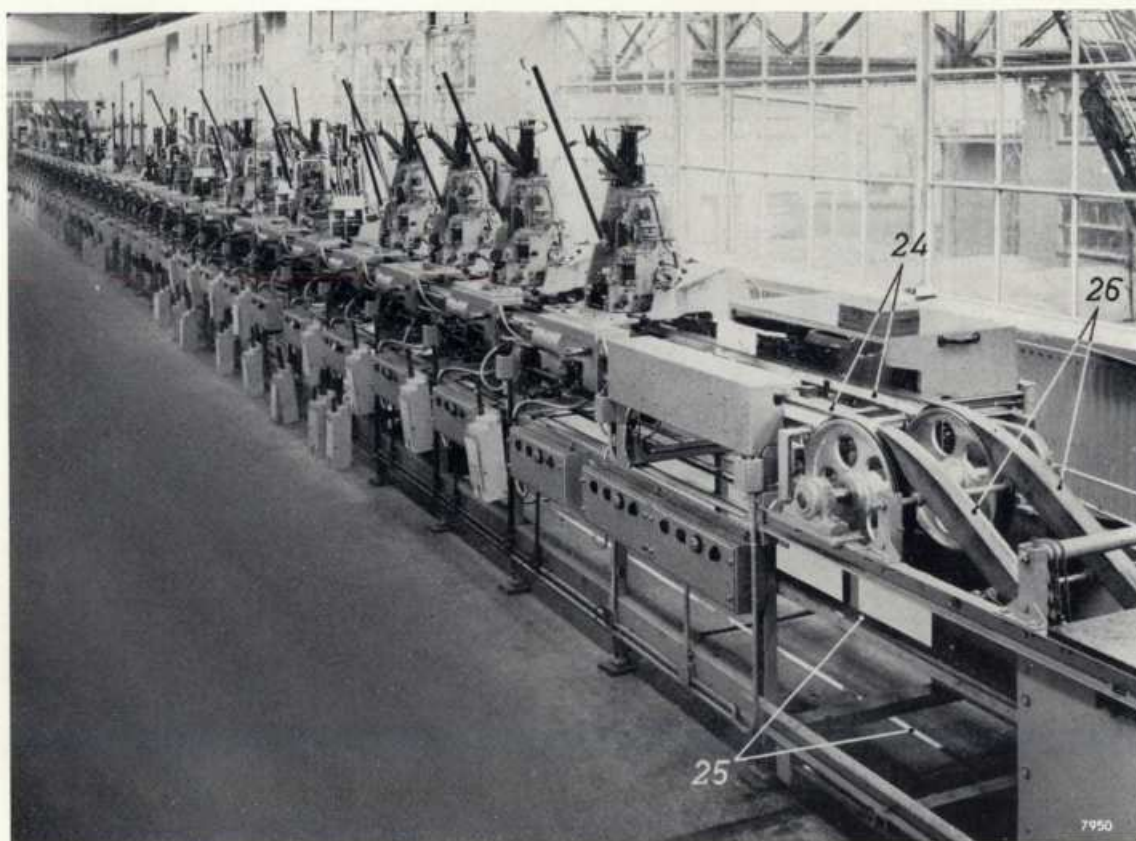


Fig. 12. Overzicht van de bij Philips in werking zijnde montagestraat met momenteel 24 montageposities. Op de voorgrond het einde van de straat. Bij 24, ter hoogte van de los-en-laadplaats van de panelen, ziet men de bovenste tweedelige transportband. 26 glijbaan, waarlangs de houders overgaan naar de onderste transportband, 25, die ze in verticale stand naar het begin van de straat terugbrengt.

we het paneel, waarop de onderdelen gemonteerd moeten worden, nader bezien.

In het paneel zitten gaatjes, waar de aansluitdraden van de onderdelen doorheen gestoken moeten worden om ze te kunnen verbinden met het bedradingspatroon aan de andere zijde. Deze gaatjes zijn aangebracht volgens een bepaald systeem. De International Electrical Commission heeft omtrent plaats en grootte van de gaatjes het volgende vastgesteld.

Men denke zich het rechthoekige paneel bedekt met een net van vierkantjes met zijden $e = 2,54$ mm, evenwijdig met de zijden van het paneel. Bij het grootste paneel beslaan de vierkantjes een rechthoek van $120e$ bij $62e$ (fig. 13). De gaatjes mogen alleen op de hoekpunten van de vierkantjes worden aangebracht. Men denke zich verder een x -as evenwijdig met de lange en een y -as evenwijdig met de korte zijden van het paneel; de coördinaten x en y bepalen dan de plaats van ieder gaatje. De diameter van de gaatjes is vastgesteld op 1,3 mm, de dikte van de panelen op 1,6 mm.

Bovendien is bij Philips genormaliseerd dat één lange zijde van het paneel de al ter sprake gekomen

referentielijnt vormt. Daartoe zijn in deze zijde vier rechthoekige uitsparingen en één V-vormige inkeping aangebracht, zoals in fig. 13 is getekend. In de houder ligt het paneel met de inkeping en met de meest linkse uitsparing tegen twee van de

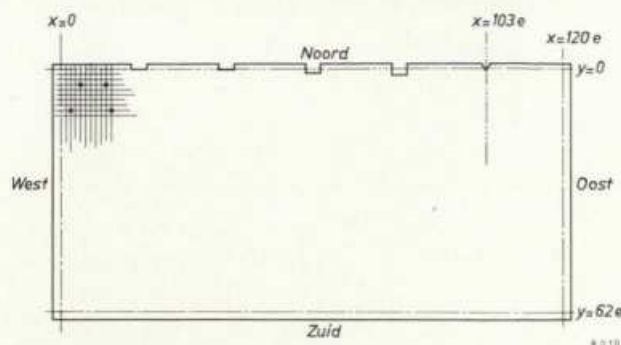


Fig. 13. De I.E.C. heeft vastgesteld dat de gaatjes in de panelen alleen mogen worden aangebracht op de hoekpunten van een net van vierkantjes met zijden $e = 2,54$ mm. Bij panelen van het grootste type beslaat het net een rechthoek met zijden $120e$ en $62e$.

Eén lange zijde van het getekende paneel vormt de bij Philips genormaliseerde referentielijnt, met een V-vormige inkeping bij $x = 103e$ en vier (bij kleinere panelen minder dan vier) rechthoekige uitsparingen van verschillende diepte.

vijf pennen van de houder aan. De drie tussenliggende uitsparingen zijn iets dieper en blijven daardoor vrij van de overige pennen, zodat een tweepunts-oplegging verzekerd is.

Fig. 13 geldt voor het grootste type paneel. Bij kleinere typen vervalt een kleiner of groter deel links in fig. 13, en daarmee vervallen ook één of meer van de rechthoekige uitsparingen. De oplegging in de houder geschiedt dan enerzijds steeds in de V-vormige inkeping, anderzijds in de meest linkse van de overgebleven rechthoekige uitsparingen (tegen één van de drie pennen die bij het grootste paneel onwerkzaam blijven).

Om te voldoen aan de eis van eenvoudige en snelle verstelbaarheid van de monteerkoppen, moet men er rekening mee houden dat tussen het ene onderdeel en het voorafgaande verschil bestaat, of kan bestaan, wat betreft

- 1) de plaats waar het onderdeel op het paneel moet komen,
- 2) de richting waarin het gemonteerd moet worden: „oost-west” of „noord-zuid” (fig. 13),
- 3) de afstand waarover de aansluitdraden gebogen moeten worden, en
- 4) de diameter.

Voorts moeten de magazijnen zo geconstrueerd zijn dat lege snel te vervangen zijn door volle. Wij zullen deze punten achtereenvolgens behandelen.

1) De eerste vraag is, hoe een monteerkop op de juiste plaats boven het paneel gebracht wordt.

Aan de voorzijde van de monteerkop is een support 27 (fig. 5) aangebracht, dat verplaatsbaar is in de x -richting, die samenvalt met de richting waarin het paneel getransporteerd wordt. De houder komt met een snelheid van 1 m/s onder de monteerkop aan en wordt afgeremd door middel van een luchtecilinder, waartegen de pen 28 van de houder drukt. Een balk 29 drukt de houder met de nokken tegen twee ronde pennen aan die in het support zijn bevestigd, en klemt de houder vast. De plaats van het support wordt bepaald door de onderste (30) van twee metalen strippen. In deze strip bevinden zich twee gaten. In het linkergat wordt een pen 31 gestoken die aan het freem van de machine bevestigd is en dus een vast punt vormt, terwijl een tweede pen, die zich in het slot 32 bevindt, in het rechtergat van de strip 30 valt. Hierdoor is

- a) de stand van het support gefixeerd en
- b) de x -coördinaat ingesteld, daar de afstand tussen de twee gaten in de strip zo is gekozen dat hij met de voorgeschreven waarde van x correspondeert.

In fig. 5 kan men nog een tweede strip opmerken, 33 gemerkt. Deze dient voor een volgende plaatsbepaling van het support. Het is namelijk mogelijk om reeds gedurende de werking van de machine deze strip door een andere te vervangen, waardoor de machine nieuwe informatie ontvangt. Dank zij dit systeem van voorselectie kan een nieuwe x -coördinaat worden ingesteld binnen 2 seconden; immers, het bedienend personeel hoeft niets anders te doen dan het hendel van het slot 32 omhoog te zetten en het support naar links of naar rechts te bewegen (afhankelijk van de plaats van het gat in de strip) tot de pen van het slot in het gat van de bovenste strip (33) valt.

Ter instelling van de y -coördinaat is het U-vormige freem 34 (fig. 14), waaraan het inzetmechanisme 35 is bevestigd, verplaatsbaar loodrecht op de transportrichting van de houders. De plaats van dit freem wordt bepaald door middel van de metalen strippen 36, op dezelfde wijze als de plaats van het support: ook hier dus een slot (37), twee strippen (36) en een vaste pen (38). De bediening is evenwel anders: het freem wordt namelijk pneumatisch naar de nieuwe stand gebracht. Bij het verwisselen van de niet in gebruik zijnde strip heeft het personeel de kleppen 39 en 40 aan de achterzijde van de machine bediend. De stand van klep 39 bepaalt, welke strip straks bij het instellen zal moeten worden afgetast, en de stand van klep 40 geeft aan of het freem naar voren dan wel naar achteren zal moeten bewegen om het gat in de nieuwe strip te vinden. Deze informatie zijn opgenomen in een pneumatisch systeem. Bij het verstellen wordt dit systeem in werking gesteld wanneer het personeel een knop aan de voorzijde van de machine indrukt. Het instellen van een nieuwe y -coördinaat vraagt 0,3 seconde.

Daar, zoals vermeld, het verwisselen van de strippen voor het instellen van een nieuwe x - of y -coördinaat al kan gebeuren terwijl de machine in werking is, bedraagt de werkelijke verliestijd slechts 2,3 seconde.

Bij het uitvoeren van de bovengenoemde handelingen wordt de hartlijn van het vaste gedeelte van het inzetmechanisme op zijn plaats gebracht zoals onder het hoofd *De monteerkoppen* is besproken.

2) Behalve met de plaats, moet men bij de verstelbaarheid van de monteerkoppen rekening houden met de richting waarin de onderdelen moeten komen te staan. Om de plaatsruimte op het paneel zo efficiënt mogelijk te gebruiken, worden de onderdelen alleen in de x - of in de y -richting geplaatst, dus „oost-west” of „noord-zuid”. Vermeld is al dat

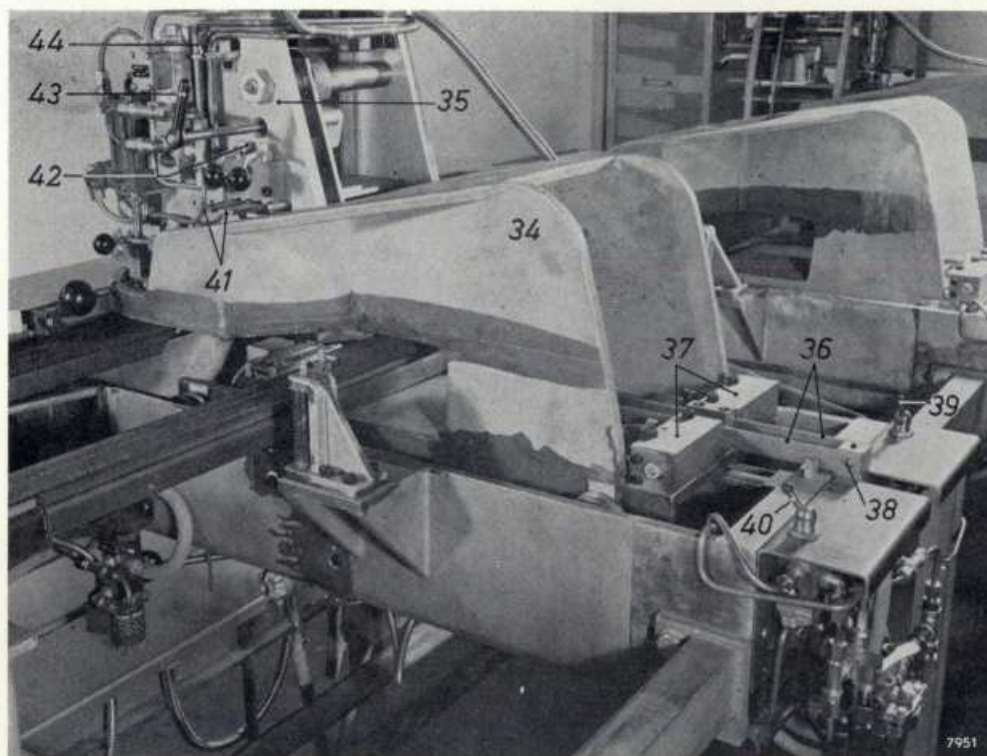


Fig. 14. Mechanisme voor het instellen van de y-coördinaat van de plaats waar de monteer-kop een onderdeel moet inzetten. 34 U-vormig freem en 35 inzetmechanisme van de kop. 36 twee strippen, die elk een y-coördinaat vastleggen. 37 slot. 38 vaste pen. 39 en 40 bedieningsknoppen van luchtkleppen. 41 strip die de afstand vastlegt waarover de aansluitdraden van een onderdeel moeten worden gebogen. 42 vaste pen. 43 hendel waarmee gemanipuleerd moet worden voor het instellen van een nieuwe plaats van ombuigen. 44 verwisselbare strip ter compensatie van verschillen in diameter van de onderdelen.

in overeenstemming daarmee het inzetmechanisme (35 in fig. 14) over 90° draaibaar is.

3) Het derde punt is het instellen van de variabele plaats waar de aansluitdraden (b.v. van AD-onderdelen) gebogen moeten worden. Zoals in het voorgaande is besproken, bestaat het inzetmechanisme voor AD-onderdelen uit een vast en een verschuifbaar gedeelte. De afstand tussen deze gedeelten wordt gefixeerd door een metalen strip 41 (fig. 14) met twee gaten. In het ene gat valt een vaste pen 42, die aan het freem is bevestigd. Een slot, waarvan de pen in het andere gat moet vallen, is vastgemaakt aan het verschuifbare gedeelte. Ook hier is de constructie dubbel, analoog met die voor het vastleggen van de x- en de y-coördinaat, en heeft men de mogelijkheid van voorselectie.

Bij het instellen wordt het hendel 43 omgezet en de nieuwe strip afgetast, terwijl het hendel ingedruwd of uitgetrokken wordt (afhankelijk van de plaats van het gat in de nieuwe strip). Het verstellen vergt een tijd van 2,3 seconde.

4) Hield men geen rekening met de verschillen in diameter die zich bij achtereenvolgende onderdelen kunnen voordoen, dan zou het kunnen

gebeuren dat bij het inzetten de aansluitdraden door afschuiving verwijderd werden. Om dit te voorkomen, is telkens wanneer een onderdeel met andere diameter aan de beurt komt, een aanpassing — dus een verstelling — van het inzetmechanisme noodzakelijk.

Deze aanpassing is heel eenvoudig te verkrijgen. Het gereedschap dat het onderdeel aandrukt, gaat namelijk zo ver omlaag dat een aan dit gereedschap bevestigde nok een aanslag ontmoet. Men behoeft slechts tussen de nok en de aanslag een metalen strip te leggen (44 in fig. 14) waarvan de dikte gelijk is aan de halve diameter van het onderdeel. Deze strip begrenst de slaglengte van het aandrukgereedschap zodanig dat het genoemde afschuiven uitblijft. Voor dit verstellen is een tijd van 3 seconden nodig.

5) Tot slot nog enkele woorden over de constructie van de magazijnen. Deze zijn zo gedimensioneerd dat ze precies zoveel onderdelen kunnen bevatten als er houders in omloop zijn, 100 in ons geval. Na het passeren van de 100 houders zijn de magazijnen dus leeg. Ze zijn opgehangen aan twee van open slobgaten voorziene platen, waarin pennen vallen die in de magazijnconstructie

zijn aangebracht. De tijd voor het vervangen van een leeg magazijn door een vol bedraagt ca. 19 seconden.

Telt men de tijden die voor de verschillende verstellingen van een monteerkop nodig zijn, op, dan komt men tot een totaal van 31 seconden. De werkelijke tijd is tegenwoordig nog korter. Sinds de onderdelen als banden worden geleverd, is namelijk het toevoermechanisme vereenvoudigd en zijn de verstellingstijden verkort. Verder zullen alle hierboven genoemde verstellingen vrijwel nooit aan één kop behoeven te worden uitgevoerd. Door overleg kan het aantal verstellingen tot een minimum beperkt worden. Instellingen van nieuwe x- en y-coördinaten evenwel zullen natuurlijk geregeld nodig zijn, evenals het vervangen van lege magazijnen door volle. Gebleken is dat met een goede organisatie de totale gemiddelde verstellingstijd van een AD-kop teruggebracht kan worden tot ca. 24 seconden.

Het stuurmechanisme. Beveiligingsmaatregelen

De inzetmechanismen van de montagestraat worden alle gedreven door luchtcilinders (één of twee per monteerkop). Deze cilinders worden bestuurd door elektromagnetisch bediende kleppen³⁾. In fig. 8 is met 17 de luchtcilinder van een BH-kop aangegeven.

Daar het monteren van een onderdeel bestaat in een reeks handelingen die stap voor stap worden gedaan, is de mogelijkheid gegeven om telkens te controleren of inderdaad de ene stap is gemaakt alvorens de volgende aan de beurt komt. Van deze gelegenheid wordt in onze montagestraat gebruik gemaakt.

Mocht zich door de een of andere oorzaak een storing voordoen, dan stopt de machine automatisch. Op deze wijze is voorkomen dat bij weigering van een monteerkop brokken worden gemaakt. Welke kop oorzaak is van het stilzetten van de machine, is kenbaar aan het branden van een rode lamp bij die kop.

³⁾ Zie b.v. Philips techn. T. 23, 394, 1961 (no. 12).

Elke monteerkop is voorzien van de volgende beveiligingen:

- a) Het klemmechanisme voor de houder kan alleen werken indien de houder in de juiste positie vóór het support ligt.
- b) Pas wanneer de houder op de juiste wijze tegen het support geklemd is, kan het inzetmechanisme met de montage van een onderdeel beginnen.
- c) De houders worden pas losgelaten wanneer alle monteerkoppen de voorgeschreven handelingen hebben verricht en in de beginstand zijn teruggekeerd.

Slotwoord

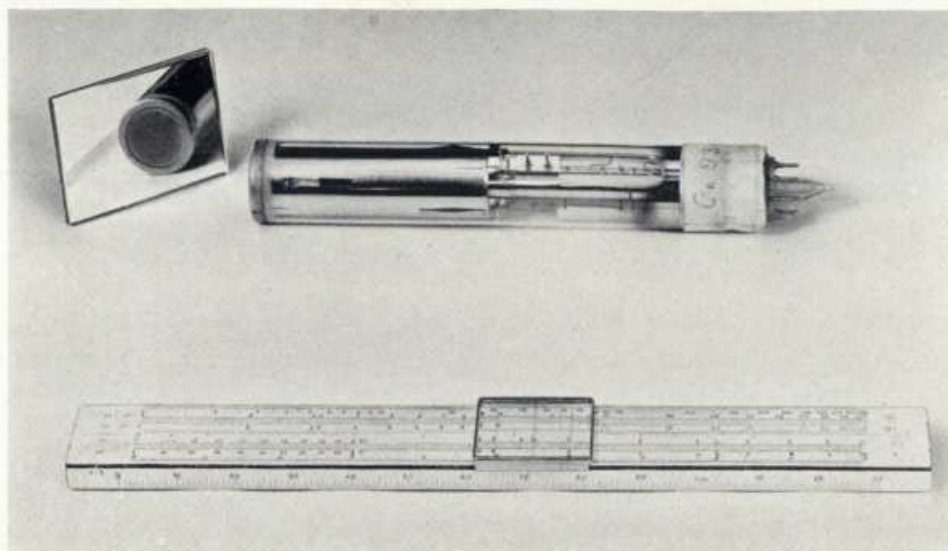
In de bovenstaande paragrafen is beschreven, hoe de constructeur heeft voldaan aan de wensen die wij aan het begin van deel II hebben opgesomd. Het resultaat is een produktiemachine die — binnen de grenzen der ontwerp mogelijkheden van het paneel als drager van elektronische onderdelen — universeel bruikbaar is. Daar de monteerkoppen snel te verstellen zijn, is de machine in staat, ook kleine series panelen op efficiënte wijze van onderdelen te voorzien.

Het meer en meer overgaan op mechanisch monteren zal invloed hebben op de ontwikkeling van elektronische onderdelen en bouwelementen (combinaties van enkele onderdelen). Te verwachten is dat bij deze ontwikkeling van meet af aan reeds zal worden aangestuurd op een zodanige vormgeving dat de constructie van monteermachines zo eenvoudig mogelijk kan worden gehouden.

Samenvatting. Dit artikel is gewijd aan een machine, in de vorm van een montagestraat, die bij Philips in Eindhoven volledig mechanisch onderdelen monteert op panelen met gedrukte bedrading voor televisietoestellen.

Deel I van het artikel geeft algemene beschouwingen over mechanische montage. Ter sprake komen twee methodes van gemechaniseerd monteren, de indeling van mechanisch monteerbare onderdelen naar hun vorm, hun verdeling over de panelen, het begrip produktiecapaciteit, het zodanig kiezen van het aantal paneelhouders en het aantal montageposities dat de prijs van de machine in verhouding tot de produktiecapaciteit minimaal wordt, alsmede de bediening van de machine. Van grote betekenis blijkt het stilstandspercentage (de fractie van de tijd dat de machine wegens storing stilstaat).

Deel II gaat over de mechanische constructie. Na een uiteenzetting over de werking van de bij Philips aanwezige montagestraat passeren de voornaamste onderdelen van de machine de revue.



HET „PLUMBICON”, EEN NIEUWE TELEVISIE-OPNEEMBUIIS

621.385.832.564.4

De meest gebruikte types televisie-opneembuizen zijn het beeldorthicon, de beeldiconoscoop en het vidicon. Het laatstgenoemde buistype, dat een fotogeleider, b.v. antimoniumtrisulfide Sb_2S_3 , als lichtgevoelige laag bevat, is bijzonder aantrekkelijk wegens zijn eenvoudige constructie en gemakkelijke bediening. De tot nog toe bekende types vidicons leveren echter alleen bij hoge lichtniveaus goede beelden: bij lage niveaus wordt bij deze buizen de donkerstroom van het lichtgevoelige oppervlak zeer storend. Bovendien wordt dan ook de traagheid van de buizen te groot voor de eisen die men bij de omroep televisie stelt.

Uit een ontwikkeling die zich over een reeks van jaren heeft uitgestrekt, is thans in dit laboratorium een nieuwe opneembuis te voorschijn gekomen, die op het principe van het vidicon berust en dus dezelfde voordelen van eenvoud en gemakkelijke bediening heeft, maar waarbij uitgegaan is van een ander fotogeleidend materiaal: de lichtgevoelige laag bestaat hier uit opgedampt loodmonoxyde, PbO . We duiden de buis daarom aan als „Plumbicon”¹⁾. Door opdampen onder nauwkeurig bepaalde omstandigheden (atmosfeer, temperaturen, enz.) is het gelukt, een laag te verkrijgen met zeer kleine donkerstroom ($< 5 \times 10^{-9}$ A); het beeld is daardoor bijzonder gelijkmatig. Bovendien is de gevoeligheid van de laag zeer groot ($> 150 \mu\text{A/lumen}$). De

„Plumbicon”-opneembuis is in dit opzicht gelijkwaardig met de gevoeligste opneembuizen die thans voor omroep televisie in gebruik zijn — de beeldorthicons —, terwijl hij vrij is van de aan deze buizen inherente stoorsignalen (b.v. donkere halo's).

Een andere eigenschap waaraan bij het werk aan de nieuwe buis zeer veel aandacht is besteed, is de traagheid. Deze wordt dikwijls veroorzaakt door centra, die ook op andere eigenschappen van de buis invloed hebben. Het is gebleken dat door weloverwogen keuze van de omstandigheden bij het opdampen bereikt kan worden dat met behoud van de eerstgenoemde goede eigenschappen de traagheid

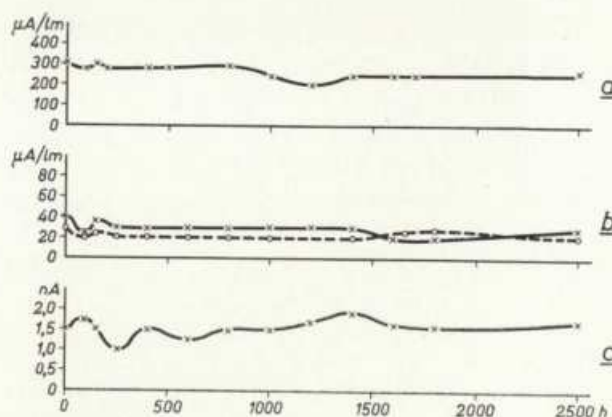


Fig. 1. Het verloop van sommige eigenschappen van een aantal laboratoriumexemplaren van de „Plumbicon”-opneembuis tijdens levensduurproeven: a) de gevoeligheid voor wit licht (gloeilampenlicht, kleurtemperatuur 2870 °K); b) de gevoeligheid voor rood licht (getrokken) en blauw licht (gestippeld) afzonderlijk; deze proef dient om te toetsen of de spectrale gevoeligheid van de buis tijdens het leven verloopt; c) de donkerstroom in nanoampères.

¹⁾ Een eerdere mededeling over een opneembuis met een lichtgevoelige laag van loodmonoxyde is een aantal jaren geleden in dit tijdschrift verschenen: L. Heijne, P. Schagen en H. Bruining, Philips techn. T. 16, 43, 1954.

zeer gering wordt ($< 0,2$ s, d.i. nauwelijks merkbaar voor het oog), en met name ook onafhankelijk van het lichtniveau. Ten slotte zijn natuurlijk uitvoerige onderzoeken gedaan over de levensduur van de buis, d.w.z. de werkingsduur gedurende welke de

en een beeldorthicon. De buis zelf, in de laboratoriumuitvoering, is in de titelfoto afgebeeld.

Min of meer los van de boven vermelde problemen stond de bestrijding van de beruchte „witte spikkels” — sterk gelokaliseerde extra-hoge bijdragen

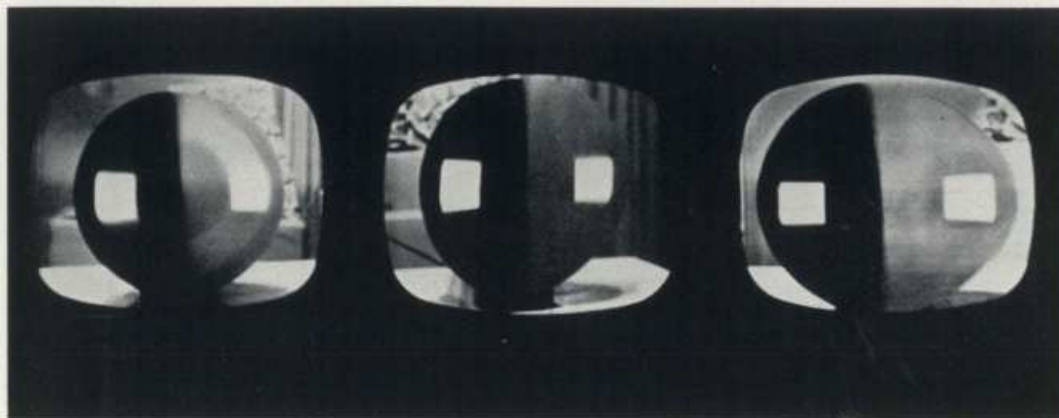


Fig. 2. Momentopnamen (belichtingstijd $\frac{1}{25}$ s) van drie monitors die waren aangesloten op resp. een Sb_2S_3 -vidicon (links), een „Plumbicon” (midden) en een beeldorthicon (rechts); deze drie opneembuizen — ieder zo gunstig mogelijk ingesteld — waren alle gericht op hetzelfde object, een met 40 omw/min roterende schijf. Het Sb_2S_3 -vidicon is relatief traag, dit uit zich in de vegen achter het omlopende witte vierkant. Bij het beeldorthicon is de hieraan inherente donkere halo rondom het witte vierkant en ook een zekere ongelijkmatigheid van de beeldachtergrond te zien.

genoemde en andere essentiële eigenschappen gehandhaafd blijven. De thans bereikte levensduur is groter dan men van buizen van studiokwaliteit gewend is. Ten aanzien van sommige eigenschappen kunnen zelfs werkingsduren van enige duizenden uren worden bereikt; zie fig. 1.

In fig. 2 worden de geringe traagheid en goede gelijkmatigheid van het beeld van het „Plumbicon” geïllustreerd door een vergelijking met gelijktijdig opgenomen beelden van resp. een Sb_2S_3 -vidicon

tot de donkerstroom —, die men ook bij andere soorten opneembuizen wel aantreft. Dit verschijnsel is thans bij de nieuwe buis vrijwel volledig onderdrukt.

Het is de bedoeling, te zijner tijd een enigszins uitvoerige bespreking van deze buis en zijn eigenschappen in dit tijdschrift te publiceren.

E. F. de HAAN *).

*) Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven.

DRAADLOOS BEKRACHTIGD SPEELGOED

door J. F. van OORT *) en W. BAKKER *).

688.727-83:621.398

*Hoeveel speelgoed niet tot de normale produkten der N.V. Philips behoort, en research op dit gebied niet tot de normale onderwerpen van ons tijdschrift, lijkt het ons toch nuttig het hier beschreven idee aan onze lezers te presenteren. Het heeft betrekking op een probleem dat constructeurs op het gebied van de tractie al lang heeft beziggehouden **), en de gevonden (beperkte) oplossing leent zich wellicht ook voor serieuzer toepassingen.*

Het idee om speelgoedmodellen van schepen, auto's en vliegtuigen draadloos te besturen, is haast zo oud als de radiotechniek zelf. Het principe is naar tegenwoordige begrippen simpel: de „bestuurder” beschikt over een radiozender, waarmee hij bepaalde gecodeerde signalen kan uitzenden; in het op afstand te besturen model bevinden zich een op die zender afgestemde ontvanger, de nodige elektromechanische apparatuur voor het decoderen van de signalen en voor het hiermee besturen van het mechanisme, en elektrische batterijen of een andere energiebron voor het voeden zowel van het mechanisme als van de ontvanger.

*) Afd. Algemene Propaganda, Tentoonstellingsdienst, Philips Eindhoven.

**) Zie b.v. de beschrijving van een „non-contact traction system” met capaciteif overgebracht hoogfrequent vermogen, door G. I. Babat, J. tech. Phys. U.S.S.R. 16, 555, 1946 (ook in Engrs. Digest 8, 78, 1947).

Dat de toepassing van dit principe thans niet meer tot speelgoed is beperkt, maar hoogtij viert in de besturing van „drones” (onbemande bewegende doelwitten), raketten en kunstmatige aardsatellieten, is genoegzaam bekend.

We zouden hier de aandacht willen vestigen op een geheel ander systeem van afstandsbesturing, dat erop gebaseerd is een model niet alleen draadloos te dirigeren, maar hieraan ook de energie, nodig voor alle bewegingen en de decodering, „draadloos” toe te voeren. Het meest in het oog lopende voordeel hiervan is natuurlijk dat het bestuurde model generlei energiebron, zoals accu's of droge batterijen, behoeft mee te voeren. Een ander voordeel is, dat de besturing soms aanzienlijk kan worden vereenvoudigd. We geven hier een korte beschrijving van het principe aan de hand van een uitgevoerd modelletje van een vorkheftruck (fig. 1).

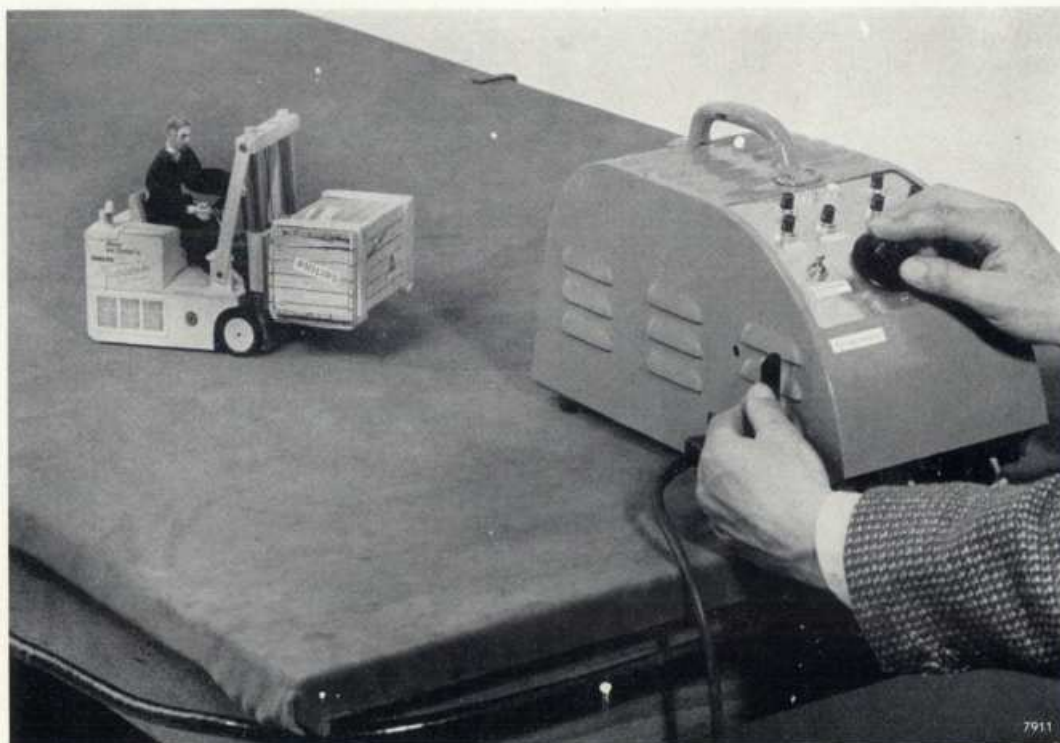


Fig. 1. Modelletje van een vorkheftruck, „draadloos” bekrachtigd en bestuurd vanuit het commando-apparaat rechts.

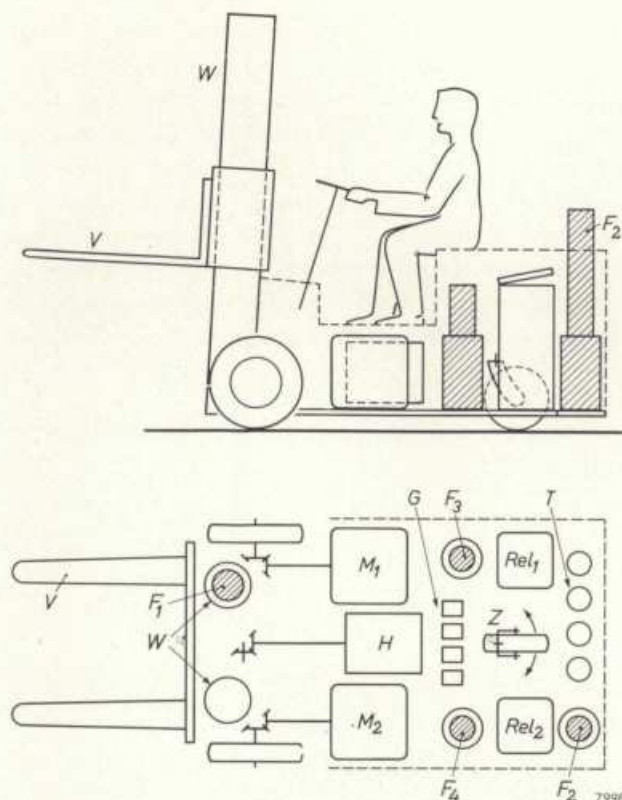


Fig. 2. Plaatsing van de onderdelen in het modelletje. F_1 t/m F_4 antennestaven van ferroxcube met bewikkeling (F_1 is in een van de beide geleiders W voor de hefvork V ondergebracht). T de vier bijbehorende trimcondensatoren. G gelijkrichtcellen. De antennestaven F_1 en F_2 voeden resp. de gelijkstroommotortjes M_1 en M_2 , die ieder via een eigen tandwielkastje en kegelwieloverbrenging één der voorwielen drijven. Z vrij draaibaar zwenkwiel. H motortje voor de hijsbeweging van de hefvork.

Voor overschakelen van vooruit- op achteruitbeweging wekt men met een op de toongenerator aangebrachte drukknop (die een condensatortje parallelschakelt met de afstemcondensator) een stroomstoot van 15 kHz in de ringleiding op. De op 15 kHz afgestemde antennestaaf F_3 bekrachtigt daardoor het relais Rel_1 met houdcontact, dat de stroomrichting van de beide motoren M_1 en M_2 omkeert. Een zelfde tweede stroomstoot maakt dit weer ongedaan. Met de antennestaaf F_4 , die op 30 kHz afgestemd is, en relais Rel_2 worden op analoge wijze de beide hoofdkringen overgeschakeld van de motoren M_1 , M_2 naar de hijsmotor H (de beide kringen zijn dan parallelschakeld). Het relais Rel_1 , dat de rijrichting omkeert, doet nu hetzelfde voor de hijsrichting.

Het vlak waarop men het model wil laten rijden, wordt omgeven door een ringleiding (ten dele in fig. 1 zichtbaar), waar men met behulp van een toongenerator een wisselstroom van b.v. 20 kHz doorheen laat vloeien. Aan boord van het model bevindt zich een verticale antennestaaf van ferroxcube, bewikkeld met een spoel die te zamen met een kleine trimcondensator een op de genoemde frequentie afgestemde kring vormt. Dank zij de hoge frequentie en het feit dat het ferroxcube een behoorlijk deel van de magnetische flux binnen de ringleiding naar zich toe trekt, wordt in deze kring een flinke e.m.k. opgewekt. Indien men de antennestaaf nog voorziet van een koppelspoel, kan men

— bij geschikte aanpassing — het op deze wijze opgevangen vermogen gebruiken om een lampje te doen branden of, na gelijkrichting van de geïnduceerde spanning, er een gelijkstroommotortje op te doen lopen.

Ons modelletje bevat in werkelijkheid niet één antennestaaf doch vier staven, met bijbehorende kringen. Twee van de kringen, met de staven F_1 en F_2 in fig. 2, zijn resp. afgestemd op 19 en 21 kHz en voeden ieder via twee gelijkrichtcellen één van twee 3-W-motortjes, waarvan het ene het rechter, het andere het linker voorwiel van de vorkheftruck aandrijft. De toongeneratorfrequentie kan continu worden gevarieerd tussen de beide frequenties, waardoor men de ene dan wel de andere afgestemde kring relatief meer vermogen kan laten opnemen en dus het ene of het andere motortje relatief harder — of beide even hard — kan laten lopen. Zo is op zeer eenvoudige wijze de energieoverbrenging gecombineerd met de besturing. Bovendien kan de rijnsnelheid heel eenvoudig worden gevarieerd door variëren van de stroom door de ringleiding. De derde en vierde antennestaaf dienen resp. voor overschakelen op achteruitbeweging en voor overschakelen op beweging van de hefvork. De kringen met deze staven zijn resp. afgestemd op 15 en op 30 kHz. In het onderschrift van fig. 2 is toegelicht hoe het overschakelen gebeurt. In fig. 3 zijn de meeste onderdelen van het modelletje te zien.

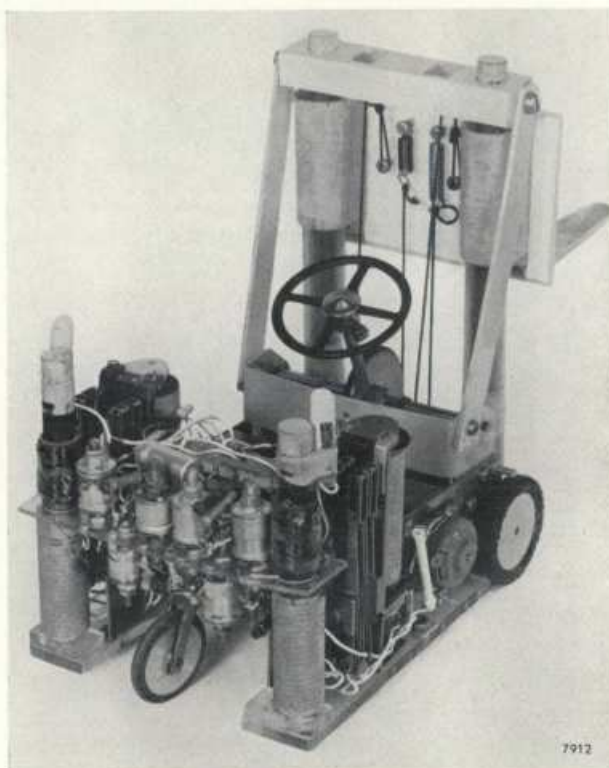


Fig. 3. Het modelletje, geopend.

De toongenerator bevat in hoofdzaak twee buizen EL 34 en neemt maximaal 150 W uit het net op. De ringleiding, b.v. met een oppervlakte van 1×2 meter, maakt deel uit van de afstemzelf-inductie. Het veld in het midden van de ringleiding heeft bij 50 W generatorvermogen een sterkte van ca. 4×10^{-5} Wb/m² (0,4 gauss). Het vermogen dat de ringleiding uitstraalt, is van geen betekenis.

Het hier gebezigde systeem van energie-overbrenging kan men vergelijken met dat van een transformator: de primaire wikkeling wordt voorgesteld door de ringleiding, de ijzerkern door de ferroxcubestaaf, en de secundaire wikkeling door de bewikkeling van de staaf. Dat deze transformator ondanks het uiterst gebrekkige „magnetische circuit” toch redelijk efficiënt werkt, is te danken aan de toegepaste hoge frequentie en aan de eigenschappen van het ferroxcube, dat bij zulke frequenties een grote permeabiliteit paart aan zeer geringe wervelstroom- en andere verliezen.

Modellen als het hier beschrevene hebben wij behalve als speelgoed ook voor serieuzere doeleinden vervaardigd, met name voor instructie en oefening bij rijlessen. Voorts kan men aan toepassing van het beschreven principe denken voor het bedienen van apparatuur in hermetisch afgesloten ruimten of op plaatsen in laboratoria of fabrieken die met het oog op stralingsgevaar of

hoogspanningsgevaar of om andere redenen niet goed toegankelijk zijn. We hebben reeds gewezen op de voordelen ten opzichte van meer conventionele systemen: het wegvallen van batterijen, die nu en dan verwisseld of geladen moeten worden, en de eenvoud van de nodige apparatuur. Om het hier beschreven modelletje al zijn functies op even soepele wijze te doen verrichten, waren met de normale wijze van draadloze besturing ¹⁾ nog heel wat buizen of transistors en bijbehorende schakelings-elementen nodig geweest. Natuurlijk blijft men op deze conventionele systemen aangewezen als het gaat om bestuurbare objecten met veel grotere bewegingsvrijheid en met ingewikkelder handelingen, waarvoor ook grotere vermogens nodig zijn.

¹⁾ Zie b.v. A. H. Bruinsma, Draadloze besturing van modellen, Philips techn. T. 15, 329-334, 1953.

Samenvatting. Beschrijving van een modelletje van een vorkheftruck, waarbij de motortjes voor de bewegingen van het rijden en hijsen de nodige energie opnemen uit het magnetische veld van een ringleiding die om het rijvlak (van b.v. 1×2 m) is gelegd. Hiertoe draagt het modelletje bewikkelde antennestaven van ferroxcube, afgestemd op de frequentie van een wisselstroom (20 kHz) die men met behulp van een toongenerator door de ringleiding stuurt. Met zeer eenvoudige hulpmiddelen wordt behalve de energietoevoer ook de besturing van alle bewegingen van het modelletje gerealiseerd. — Dit principe van energie-overbrenging naar een bewegend object kan misschien ook voor speciale gevallen in laboratoria worden toegepast.

ETSPUTTEN OP EEN ZINKSULFIDEKRISTAL

546.47'221:548.572

De kubische modificatie van zinksulfide, die ook wel zinkblende of sfaleriet wordt genoemd, heeft een structuur die lijkt op die van diamant: alle zinkatomen zijn tetraëdrisch omringd door zwavelatomen, en omgekeerd.

Bij nadere beschouwing van de structuur blijkt dat we het kristalrooster opgebouwd kunnen denken door op elkaar stapelen van afwisselende lagen zink- en zwavelatomen. Telkens komen hierbij een laag zink- en een laag zwavelatomen dicht boven elkaar te liggen; op iets grotere afstand volgt dan in deze stapelrichting, dat is een kristallografische $\langle 111 \rangle$ -richting, weer een laag zink- en een laag zwavelatomen dicht bij elkaar, enz.; zie fig. 1. De volgorde waarin na elke grote afstand zink en zwavel optreden, is tegengesteld indien men in de tegengestelde richting doorgaat met stapelen. Dit betekent dat deze $\langle 111 \rangle$ -as een polaire as is.

Deze polariteit komt op verrassend fraaie wijze tot uitdrukking in het macroscopisch-chemische

gedrag van zo'n kristal, met name ten aanzien van een etsmiddel. De foto's fig. 2 en 3 illustreren dit: zij tonen twee tegenovergestelde eindvlakken, loodrecht op de polaire as (dus een $\{111\}$ -vlak en

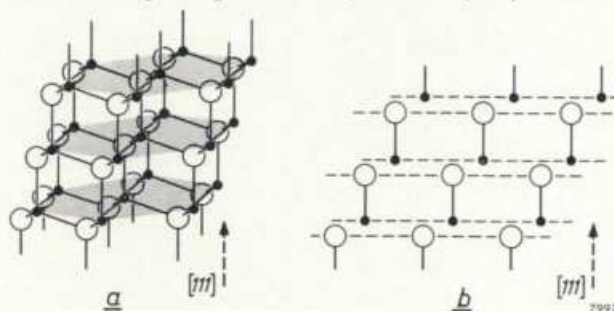


Fig. 1. Kristalrooster van kubisch ZnS (sfaleriet).

- Perspectivische voorstelling. Men kan opeenvolgende vlakken onderscheiden die resp. geheel met Zn- en geheel met S-atomen zijn bezet (resp. stippen en cirkeltjes). De Zn-vlakken zijn hier in grijze tint aangegeven. De gestippeld aangegeven $[111]$ -as is een polaire as.
- Projectie van het rooster op een $\{100\}$ -vlak, d.i. loodrecht op de polaire as. Men ziet de afwisselend grote en kleine afstand tussen de opeenvolgende vlakken.

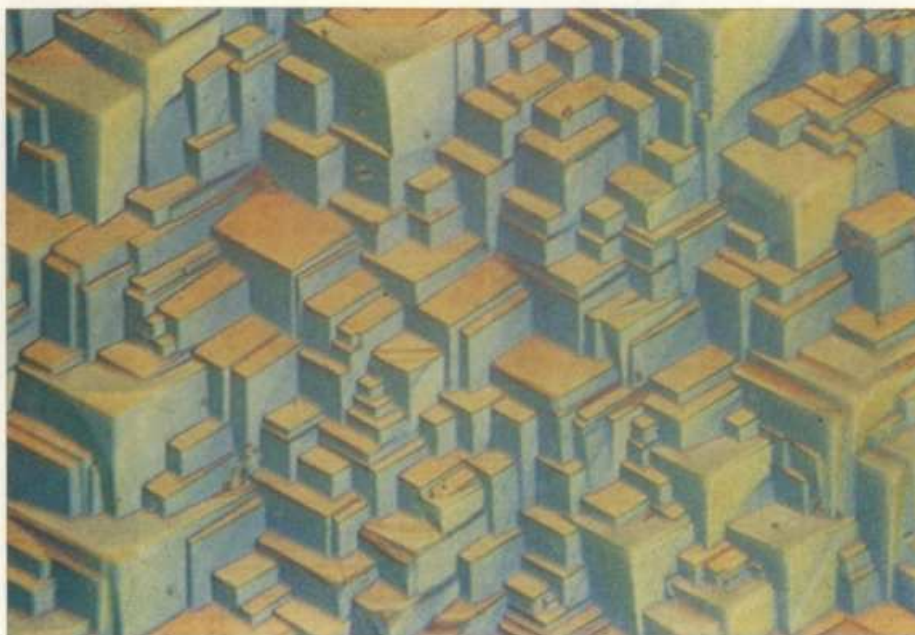


Fig. 2. Microfoto van een (111)-grensvlak van een kubisch ZnS-kristal, geëtsd met zoutzuur. Opgenomen volgens de interferentiecontrastmethode van Nomarski. Vergroting ca. 600 maal.

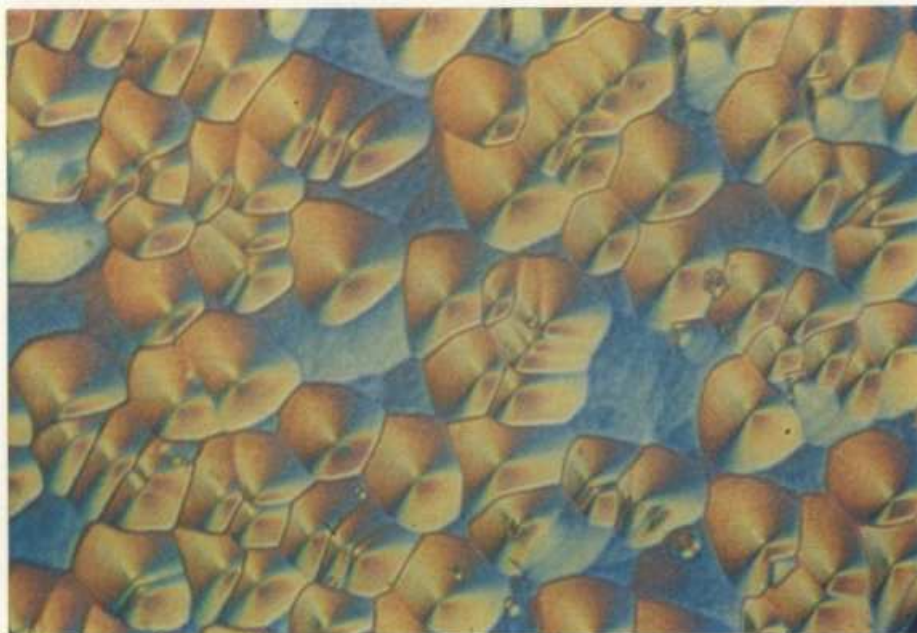


Fig. 3. Microfoto van het tegenovergestelde grensvlak ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) van hetzelfde kristal als in fig. 2. Zelfde vergroting als daar.

een ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)-vlak), van een zelfde kubisch zinksulfidekristal, dat geëtsd is met zoutzuur. Men ziet dat het ene grensvlak van het kristal is overdekt met fraaie, door rechte vlakken (t.w. {100}-vlakken) begrensde etsputten, waaraan de drietallige rotatiesymmetrie van de $\langle 111 \rangle$ -as gemakkelijk te herkennen is. Op het tegenovergestelde grensvlak daarentegen zijn de etsputten afgerond, hoewel de drietallige symmetrie hierin nog wel herkenbaar is.

Analoge verschijnselen zijn door andere onderzoekers waargenomen zowel aan zinksulfide als aan stoffen met een overeenkomstige structuur, met name aan galliumarsenide ¹⁾²⁾³⁾. Het is daarbij

¹⁾ H. A. Schell, Ätzversuche an Galliumarsenid, Z. Metallk. **48**, 158-161, 1957.

²⁾ J. G. White en W. C. Roth, Polarity of gallium arsenide single crystal, J. appl. Phys. **30**, 946-947, 1959.

³⁾ J. Woods, Etch pits and dislocations in cadmium sulphide crystals, Brit. J. appl. Phys. **11**, 296-302, 1960.

ook op betrekkelijk eenvoudige wijze mogelijk gebleken, uit te maken aan welk einde van de polaire as het ene en aan welk einde het andere etspatroon optreedt. Een kristal als ZnS of GaAs, dat enigszins ionogeen van karakter is en dat is opgebouwd uit afwisselende lagen van twee atoomsoorten, moet vanwege de elektrische neutraliteit evenveel ionen van de ene als van de andere soort bevatten, en als we afzien van kristalfouten (die het beeld in grote trekken niet zullen verstoren), wordt zo'n kristal dus aan een zijde begrensd door een vlak met de ene en aan de andere zijde door een vlak met de andere atoomsoort. Coster, Knol en Prins⁴⁾ hebben een methode aangegeven om langs röntgenanalytische weg (verstrooiing van röntgenstraling met een golflengte nabij een absorptiekant) de atoomsoort van de buitenste laag te bepalen. Met behulp van deze methode hebben

White en Roth⁵⁾ vastgesteld dat bij GaAs de „hoekige” etsputten optreden aan de Ga-zijde, d.w.z. aan de zijde der metaalionen, de „afgeronde” aan de As-zijde. Naar analogie hiervan lijkt het ons waarschijnlijk dat in ons geval fig. 2 toe te schrijven is aan de Zn-zijde en fig. 3 aan de S-zijde van het onderzochte kristal.

De hier gereproduceerde foto's zijn gemaakt met een Reichert-microscop, voorzien van een interferentiecontrastinrichting volgens Nomarski⁶⁾, waarin ook de kleuren hun oorsprong hebben.

A. J. ELAND *).

⁴⁾ D. Coster, K. S. Knol en J. A. Prins, *Unterschiede in der Intensität der Röntgenstrahlenreflexion an den beiden 111-Flächen der Zinkblende*, Z. Phys. **63**, 345-369, 1930.

⁵⁾ G. Nomarski en P. R. Weill, *Revue Métall.* **52**, 121, 1955.

⁶⁾ Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven.

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLIKATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publikaties, voor zover niet met een sterretje * gemerkt, verstrekt de Administratie van Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, op aanvraag overdrukken.

2990: W. Hondius Boldingh: Quality and choice of Potter-Bucky grids, IV. Focus-grid distance limits, V. The contrast improvement factor (*Acta radiol.* **55**, 225-235, 1961, no. 3).

Vervolg van publikatie no. 2793 over het gebruik van zg. strooi-stralenroosters ter verbetering van de kwaliteit van röntgenfoto's. In deel IV wordt de gunstigste afstand tussen het röntgenfocus en het strooi-stralenrooster besproken. Als maat voor de verbetering die met een strooi-stralenrooster bereikbaar is, kan men het loodgehalte van dit rooster (zie III) gebruiken, maar een betere (hoewel moeilijker te bepalen) maat is de „contrastverbeteringsfactor”, die in deel V wordt gedefinieerd.

2991: G. D. Rieck en H. A. C. M. Bruning: Thermal diffusion of oxygen and nitrogen in zirconium (*Nature* **190**, 1181-1182, 1961, no. 4782).

Voorlopige mededeling over een onderzoek waaruit is gebleken dat, als zuurstof of stikstof in zirkonium is opgelost, zich het zg. effect van Ludwig-Soret voordoet, d.w.z. dat het opgeloste gas zich naar de koudere delen van het metaal begeeft.

2992: A. R. W. Muyen: Optimum lot-size policy if tools break down frequently (*Operat. Res. Quart.* **12**, 41-53, 1961, no. 1).

Een bekende formule geeft de optimale lengte van een produktiereeks, waarbij de kosten van het voorlopig afbreken van de produktie en de kosten die de voorraad meebrengt, samen minimaal zijn. In deze formule is niet in rekening gebracht dat de gebruikte gereedschappen kunnen bezwijken. Stel dat er een niet te verwaarlozen kans bestaat dat zich breuk van gereedschap voordoet voordat de produktiereeks de bovenbedoelde optimale lengte heeft bereikt. In deze publikatie wordt uiteengezet dat men in dit geval twee aantallen Q_1 en Q_2 ($Q_1 < Q_2$) kan bepalen, zodanig dat als breuk optreedt nadat er meer dan Q_1 maar minder dan Q_2 produkten zijn vervaardigd, het het gunstigst is de produktiereeks te beëindigen.

Bij breuk voordat Q_1 is bereikt, doet men het best het gebroken gereedschap te vervangen en de produktie voort te zetten. Is het aantal Q_2 bereikt, dan moet men de produktiereeks beëindigen. De waarden van Q_1 en Q_2 zijn afgeleid, en het resultaat is in grafieken vastgelegd. Bij de afleiding is ondersteld dat er oneindig veel gereedschap in voorraad is. Uit een berekening volgens de zg. methode van Monte Carlo is echter gebleken dat de gevonden waarden van Q_1 en Q_2 ook gelden als aan de genoemde onderstelling niet is voldaan.

2993: A. Venema: Vacuum techniques in Europe (*Advances in electron tube techniques*, Proc. 5th U.S. Nat. Conf., New York, sept. 1960, red. D. Slater, blz. 166-171, Pergamon, Londen 1961).

Kort overzicht van de huidige stand van de vacuümtechniek in Europa, vooral wat betreft pompinstallaties (inclusief die voor ultrahog vacuüm) en gasanalyse.

2994: P. Massini: Movement of 2,6-dichlorobenzonitrile in soils and in plants in relation to its physical properties (*Weed Res.* **1**, 142-146, 1961, no. 2).

2,6-dichlorobenzonitrile, met de codenaam H133, is een onkruidverdelger. Het is van belang te weten op welke wijze men H133 het doelmatigst kan toedienen. Daartoe is een onderzoek ingesteld naar de beweging van de stof in de grond en in de planten, waarvoor H133 werd gemerkt met radioactief ¹⁴C in de nitrilgroep. Uit het onderzoek is gebleken dat de genoemde beweging voornamelijk wordt bepaald door de volgende eigenschappen van H133: de relatief hoge vluchtigheid, de geringe oplosbaarheid in water en de sterke adsorptie aan lignine, humus en vetten. Ook werden aanwijzingen gevonden voor een verandering die H133 in planten zou ondergaan.

2995: T. Kralt, W. J. Asma, H. H. Haack en H. D. Moed: Reserpine analogues, I. β -indolyethylamine derivatives (*Rec. Trav. chim. Pays-Bas* **80**, 313-324, 1961, no. 4).

2996: T. Kralt, W. J. Asma en H. D. Moed: Reserpine analogues, II. β -phenylethylamine derivatives (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **80**, 330-357, 1961, no. 4).

2997: T. Kralt, W. J. Asma en H. D. Moed: Reserpine analogues, III. Alkoxy- β -phenylethylamine derivatives (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **80**, 431-445, 1961, no. 5).

In het molecuul van reserpine, een alkaloid met bloeddrukverlagende en sedatieve werking, kunnen drie chemische groepen worden aangewezen die samen de belangwekkende farmacologische eigenschappen van de stof bepalen, nl. de β -indolylethylaminegroep, het tertiaire stikstofatoom en de door trimethoxybenzoëzuur veresterde alcoholgroep. Men wil weten welke chemische structuren verband houden met de reserpinewerking en heeft daarom met reserpine analoge verbindingen (genoemd in de titels) gemaakt, waarvan het molecuul één of meer van de genoemde drie groepen bevat, en onderzoek nu welke van de farmacologische eigenschappen in deze analoge stoffen worden teruggevonden. Deze publicaties geven de resultaten van het chemisch onderzoek van drie groepen analoge stoffen (I, II en III). Het farmacologisch onderzoek is elders beschreven.

2998: H. Koelemans en H. G. Grimmeiss: The incorporation of Cu in CdIn_2S_4 photoconductors (Physica **27**, 606-608, 1961, no. 6).

De auteurs beschrijven de vorderingen in hun onderzoek van de fotegeleide eigenschappen van CdIn_2S_4 . Zie ook **2819**.

CdIn_2S_4 wordt fotegeleidend gemaakt door activering met Cu. Dit gebeurt door aan CdIn_2S_4 Cu_2S en In_2S_3 toe te voegen in de verhouding 1:5. Men doet dit in zo geringe concentratie dat met de gebruikelijke röntgenmethoden niet kan worden onderzocht op welke wijze de Cu-atomen in het spinelrooster van CdIn_2S_4 worden opgenomen. Om hierover toch gegevens te verkrijgen, voegt men Cu_2S en In_2S_3 in dezelfde verhouding maar in veel grotere concentraties toe. Uit het onderzoek van de zo ontstane verbindingen is gebleken dat in het rooster de Cd-atomen voor de helft door Cu- en voor de andere helft door In-atomen worden vervangen, terwijl de spinelstructuur behouden blijft. Ook de verbinding CuIn_2S_4 , die ontstaat wanneer alle Cd-atomen zijn vervangen, heeft nog de spinelstructuur, wat tot nu toe onbekend was.

Dezelfde methode van het „overdrijven van de activering“ is toegepast om na te gaan op welke wijze het Cu wordt opgenomen, indien alleen maar Cu_2S wordt toegevoegd. Het is gebleken dat dit gebeurt volgens hetzelfde mechanisme, echter nu met het bijkomend ontstaan van een tweede fase.

Als resultaat van een ander deel van het genoemde onderzoek is men erin geslaagd monokristallen van geactiveerd CdIn_2S_4 te vervaardigen. Van zulke monokristallen is de absorptiecoëfficiënt als functie van de fotonenergie gemeten.

2999: J. B. de Boer: The application of sodium lamps to public lighting (Illum. Engng. **56**, 293-312, 1961, no. 4).

Voor de verlichting van openbare wegen bieden natriumlampen een aantal voordelen. De waarnemingsmogelijkheden bij natriumlicht zijn groter en de verblindingshinder is geringer dan bij het licht van andere lichtbronnen. Dit wordt aangetoond met de resultaten van een aantal onderzoeken. De toepassing van natriumlampen betekent in vele gevallen een belangrijke verlaging van aanschaffings-, gebruiks- en onderhoudskosten. Deze economische voordelen hebben een nog groter gewicht gekregen nadat het lichtrendement van natriumlampen is verhoogd tot 112 lumen per watt. De kenmerkende kleur van het natriumlicht biedt de mogelijkheid het verkeer door of rondom een stad te leiden. Zie ook Philips techn. T. **23**, 239-253, 1961 (no. 7/8).

De publicatie is een weergave van een lezing die de auteur heeft gehouden om de natriumlamp in Amerika een grotere bekendheid te geven. Hij bevat tevens de op de lezing volgende discussie met een aantal Amerikaanse verlichtingsdeskundigen.

3000: C. Z. van Doorn: Method for heating alkali halides and other solids in vapors of controlled pressure (Rev. sci. Instr. **32**, 755-756, 1961, no. 6).

Door KCl te verhitten in K-damp met een regelbare druk, verkrijgt men kleine afwijkingen van de stoichiometrische samenstelling, waardoor F- en M-centra optreden en een onderzoek naar het thermisch evenwicht tussen deze centra mogelijk wordt. Voor de regeling van de druk van de onver-

zadigde metaaldamp wordt gebruik gemaakt van een principe dat enigszins gelijkt op dat van een kwikdiffusiepomp. Het beschreven apparaat is geschikt voor de regeling van de dampdruk van alle stoffen die in de buurt van het tripelpunt een lage dampdruk hebben, zoals Na, K, Rb, Cs, Hg, S, Se, Te, P(geel). In het apparaat zijn reeds met succes CdS-kristallen verhit in een atmosfeer van Cd en S.

3001: N. W. H. Addink en L. J. P. Frank: Het zink-(koolzuuranhydrase)-gehalte van bloed van lijders aan neoplastische ziekten (10de jaarboek van kankeronderzoek en kankerbestrijding in Nederland, 1960, blz. 11-21).

Bij het vergelijken analytisch (spectrochemisch) onderzoek van de minerale bestanddelen van gezond bloed en dat van kankerpatiënten worden voor zink de grootste verschillen gevonden. Het zinkniveau van gezond bloed stijgt met de leeftijd. Bij verergerende neoplastische ziekten worden steeds lagere concentraties gevonden, met enkele uitzonderingen (bot- en longkanker, leukemie). Een en ander wordt met voorbeelden toegelicht. Het verloop van de ziekte naar het oordeel van de arts is voor 80-90% in overeenstemming met conclusies getrokken uit de hoogte van het zinkniveau. Zink komt gebonden aan koolzuuranhydrase in de erythrocyten voor. Enige eigenschappen van dit metallo-proteïne worden beschreven. De schrijvers van dit artikel hopen dat dit eiwit op anticarcinogene werking zal worden onderzocht, ofschoon het niet vaststaat of de gevonden deficiëntie als primaire oorzaak van het ontstaan van neoplastische ziekten moet worden gezien, dan wel als begeleidend effect kan worden beschouwd. Zie ook nos. **2726** en **2832**.

3002: H. J. Heijn en J. C. Selman: The Philips computer PASCAL (IRE Trans. on electronic computers **EC-10**, 175-183, 1961, no. 2).

Zie Philips techn. T. **23**, 1-19, 1961, (no. 1).

3003: H. Zijlstra: Device for the rapid measurement of magnetic anisotropy at elevated temperatures (Rev. sci. Instr. **32**, 634-638, 1961, no. 6).

Een methode voor een snelle meting van de magnetische anisotropie. Het magnetische monster is gemonteerd in een zelf-exciterende torsieslinger, die in een magnetisch veld hangt. Men kan een verband afleiden tussen de resonantiefrequentie van de slinger en de anisotropie-energie (die een maat is voor de magnetische anisotropie). De resonantiefrequentie ligt tussen 10 en 100 Hz, zodat de voor de metingen benodigde tijd korter is dan bij andere methodes. Daardoor kan men nu ook een snel variërende anisotropie volgen, zoals b.v. gedurende een warmtebehandeling van het monster in een magneetveld. Met de beschreven methode werd de anisotropie gemeten van een monokristal van „Ticonal“ G magneetstaal gedurende de afkoeling van 900 tot 400 °C in een magneetveld.

3004: J. J. Engelsman en A. M. J. M. Claassens: Anodic stripping using a rotating mercury drop (Nature **191**, 240-241, 1961, no. 4785).

De polarografische bepaling van uiterst kleine hoeveelheden metalen kan nauwkeurig worden uitgevoerd door als elektrode een om zijn as draaiende platinadraad te gebruiken, waardoor een zeer kleine kwikdruppel ontstaat (gewicht ongeveer 0,5 mg). Deze verfijning van een bekende methode heeft reeds goede resultaten opgeleverd voor zink, cadmium, lood en koper.

3005: G. H. Jonker en S. van Houten: Semiconducting properties of transition metal oxides (Halbleiterprobleme deel 6, red. F. Sauter, blz. 118-151, Vieweg, Bruns- wijk 1961).

Overzichtartikel betreffende de halfgeleidereigenschappen van oxydes van de ijzergroep der overgangsmetalen. Deze eigenschappen worden bepaald door de elektronen uit de d-schil, die ook de oorzaak zijn van de veel intensiever bestudeerde magnetische eigenschappen. De auteurs geven een eenvoudige fenomenologische beschrijving van de halfgeleider-eigenschappen, die kan worden gebruikt als uitgangspunt bij het bestuderen van de oxydes afzonderlijk. Ter vermindering van complicaties is voor deze behandeling een keus gemaakt uit oxydes die een eenvoudige kristalstructuur hebben, zoals de bergkristal-, de korund-, de rutiel-, de spinel- en de perofskietstructuur.

3006: J. L. Ouweltjes: The specification of colour rendering properties of fluorescent lamps (Die Farbe 9, 207-246, 1960, no. 4/6).

„TL” lampen met hetzelfde kleurpunt verschillen in vele gevallen wat betreft kleurweergave. Voor het bepalen van de kleurweergave bestaan twee methodes. Bij de eerste methode vergelijkt men een aantal testkleuren in het te onderzoeken licht en in het licht van een standaardlichtbron. Bij de tweede methode wordt het spectrum verdeeld in een aantal banden. De energie die de te onderzoeken lamp en de standaardlamp uitstralen, worden per band met elkaar vergeleken. Het eerste deel van het artikel schetst hoe men de spectrale energieverdeling van een „TL” lamp kan berekenen uit de energieverdeling en het quantumrendement van de gebruikte fosforen. In het tweede deel wordt aangetoond dat acht testkleuren ruim voldoende zijn om de kleurweergave van een „TL” lamp vast te leggen. Het derde deel bevat een poging om de resultaten van de twee methodes met elkaar in overeenstemming te brengen, hetgeen echter niet is gelukt. Vooral nog schijnt de methode met de testkleuren het meest betrouwbaar. Zie ook Philips techn. T. 18, 221-232, 1956.

3007: H. Draaijer en H. J. Pel: Der Einfluß von Dolomit auf den Säuretaupunkt und auf die Niedertemperaturkorrosion in Ölkesseln (BWK Brennstoff-Wärme-Kraft 13, 266-269, 1961, no. 6).

Stookolie bevat altijd zwavel. Bij verbranding van de olie in b.v. een stoomketel wordt een gedeelte van de zwavel omgezet in zwavelzuur, dat onder bepaalde omstandigheden tegen de pijpen van de economiser condenseert en deze dan ernstig aantast. Om het zuur te neutraliseren, wordt soms dolomiet gebruikt, dat echter de aantasting maar ten dele tegengaat en bovendien een ongewenste aanslag op de economiser vormt. Uit een door de auteurs opgezet onderzoek is gebleken dat de aantasting het sterkst is wanneer de temperatuur van de pijpwallen 30 tot 35 °C onder het condensatiepunt van het zuur ligt. De aantasting kon met een factor 10 worden verminderd door de temperatuur van deze wanden tot boven het condensatiepunt te verhogen.

3008: M. J. Sparnaay: Note on the additivity of retarded London-Van der Waals forces (Vorträge in Originalfassung des III. Int. Kongr. für grenzflächenaktive Stoffe, Keulen, 12-17 sept. 1960, deel I, blz. 141-144, uitg. Universitätsdruckerei Mainz).

In de theorie van de vanderwaalskrachten bestaat een formule waarmee de aantrekkingskracht tussen twee neutrale atomen kan worden geschat. Wanneer men op grond van deze formule de totale vanderwaalskracht wil berekenen die een atoom van een aantal andere atomen ondervindt, mag men de krachten niet additief veronderstellen. De auteur berekent de kracht tussen twee paren atomen, waarbij hij gebruik maakt van hamiltonfuncties en een door London gegeven coördinatentransformatie. Het resultaat van deze berekening kan worden gebruikt voor de berekening van de aantrekking tussen twee vaste lichamen (zie ook 3009).

3009: M. J. Sparnaay en P. W. J. Jochems: Measurements of attractive forces between solid bodies (als 3008, deel II, blz. 375-377).

Door één der auteurs zijn reeds een aantal publikaties gewijd aan theorie en meting van de vanderwaalskracht tussen vaste lichamen (zie b.v. 2633 en 2900, waar de aantrekking tussen vlakke en zwak sferische platen is gemeten, en 3008). Om langs verschillende wegen de theorie te toetsen, werd de vanderwaalskracht opnieuw met de hier beschreven methode gemeten. Aan het uiteinde van een metaaldraad met een diameter van 20 µm wordt een bolletje gesmolten met een straal van 40 µm. Een plaat wordt langzaam naar het bolletje toe-

bewogen. Bij een bepaalde afstand overwint de vanderwaalskracht de veerkracht van de draad en wordt het bolletje tegen de plaat getrokken. Deze afstand, in de orde van 400 Å, gemeten met een microscoop, kan worden gebruikt als maat voor de vanderwaalskracht. Omdat de methode niet erg gevoelig is, moet de meting vele malen worden herhaald met een groot aantal bolletjes met verschillende stralen.

3010: H. P. Rooksby en C. J. M. Rooymans: The formation and structure of delta alumina (Clay Minerals Bull. 4, 234-238, 1961, no. 25).

Al₂O₃ heeft behalve de stabiele structuur (korund) nog verscheidene metastabiele structuren. De structuur van de δ-modificatie, die zeer moeilijk zuiver te verkrijgen is, wordt hier onderzocht. De auteurs noemen een aantal methodes om poedervormig δ-Al₂O₃ te maken, dat aan een röntgenonderzoek kan worden onderworpen. Het blijkt dat de structuur kan worden beschreven met een tetragonale eenheidsceel met parameters $a_0 = 7,96$ Å en $c_0 = 11,70$ Å. Vergeleken met de bezetting van de roosterplaatsen in een spinel zouden hier 32 Al-vacatures voorkomen. Dit is in tegenspraak met een onderzoek van Saalberg, die een eenheidsceel met 21½ vacatures heeft voorgesteld.

3011: H. Risken en H. J. G. Meyer: Contribution of lattice scattering between nonequivalent valleys to free-carrier infrared absorption in semiconductors (Phys. Rev. 123, 416-418, 1961, no. 2).

De geleidingsband van germanium heeft een multivallei-structuur. Bij infraroodabsorptie en verschijnselen die verband houden met hete elektronen, speelt de verstrooiing van elektronen tussen ongelijkwaardige valleien een rol. Bij voorbeeld worden elektronen van de (111)-vallei overgebracht naar de (100)-vallei of naar de [000]-vallei. In dit theoretische artikel wordt een quantummechanische berekening gegeven van de infraroodabsorptie die beantwoordt aan de genoemde verstrooiing.

3012: G. Meijer en R. van der Veen: Dual effect of red light on the photoperiodic response of *Salvia occidentalis* (Progress in photobiology, Proc. 3rd int. congress on photobiology, Kopenhagen 1960, red. B. Chr. Christensen en B. Buchmann, blz. 387-388, Elsevier, Amsterdam 1961).

Bij de kortedagplant *Salvia occidentalis* (zie 2711) wordt een langedageffect veroorzaakt indien de nachtperiode in het midden wordt onderbroken door een korte bestraling met rood licht. Dit gebeurt echter alleen wanneer in de dagperiode voldoende blauw of infrarood licht wordt toegediend. Het langedageffect wordt verminderd of te niet gedaan door de nacht-onderbreking te vervroegen.

3013: R. van der Veen en G. Meijer: Critical daylength of the short-day plant *Salvia occidentalis* in red and far-red radiation (als 3012, blz. 389-390).

De kortedagplant *Salvia occidentalis* bloeit slechts bij een dagelijkse belichtingsduur korter dan 14 uur (de kritische daglengte). Door een bestraling met rood en infrarood licht kan men de kritische daglengte verminderen tot 11 uur (zie ook 3012, 2855, 2711 en 2678).

3014: C. H. Weijzenfeld, A. Hoogendoorn en M. Koedam: Sputtering of polycrystalline metals by inert gas ions of low energy (100-1000 eV) (Physica 27, 763-764, 1961, no. 8).

Voortzetting van het onderzoek betreffende katodeverstuiving door ionen van edelgassen, waarover reeds de publikaties 2629, 2767, 2840 en R 416 en 425 (dissertatie van M. Koedam) verschenen zijn.